



Protipožární uzávěry

Diplomová práce

Studijní program: N3106 – Textilní inženýrství
Studijní obor: 3106T018 – Netkané a nanovláknenné materiály
Autor práce: **Natalia Andrieieva**
Vedoucí práce: Ing. Ondřej Novák, Ph.D.





Fire protection closure

Master thesis

Study programme: N3106 – Textile Engineering
Study branch: 3106T018 – Nonwoven and Nanomaterials
Author: **Natalia Andrieieva**
Supervisor: Ing. Ondřej Novák, Ph.D.



Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Ondřeji Novákovi Ph.D., za odborné vedení, obrovskou trpělivost a důležité rady, díky kterým jsem mohla tuto práci sepsat. Také za vstřícnost a jeho čas, který věnoval konzultacím.

Také bych ráda poděkovala své rodině za podporu během celého mého studia a především svému otci za jeho pomoc a podporu při psaní práce.

Anotace

Diplomová práce se zabývá řešením návrhu konstrukce protipožárních vrat a výběrem vhodných materiálů pro jejich výrobu. Rešeršní část popisuje, jaká protipožární vrata na trhu existují, a poskytuje informace, které se tohoto tématu týkají. V rámci práce se posuzují a porovnávají materiály pod teplotním a mechanickým zatížením vybranými testovacími metodami blízcími se reálným podmínkám. Práce se zaměřuje také na zvolené krycí materiály uzávěrů. Dále jsou popsána konstrukční řešení protipožárních vrat a navrženy různé možnosti konstrukcí. V závěru je stanovena hmotnost vybrané krycí vrstvy vzhledem k únosnosti textilie pro zajištění bezpečnosti konstrukce a cena za tyto konstrukce.

Klíčová slova

Protipožární vrata, žáruvzdorné materiály, mechanická a požární odolnost, zkoušení

Annotation

The diploma work considers both fire gate structures engineering and selection of appropriate material for its fabrication. In the present work the materials exposed to the thermal and mechanical loads are evaluated and compared applying the testing procedure in actual practice. That followed by the description of fire gate structures with the most focus upon specific coating materials. The last part determines the weight of the protective layer ensuring the structural safety and the price for the structure.

Key words

Fire protection gates, heat resistant materials, mechanical and fire resistance, testing

Obsah

Úvod	15
Cíl práce	16
1 Rešerše	17
1.1 Požární odolnost	18
1.2 Přenos tepla.....	19
1.2.1 Vedení tepla.....	20
1.2.2 Přenos tepla prouděním (konvekce).....	21
1.2.3 Sdílení tepla sáláním (zářením).....	23
1.2.4 Tepelná vodivost	24
1.3 Tepelně izolační materiály	25
1.3.1 Základy, klasifikace, výroba, sortiment, vlastnosti a aplikace.....	25
1.3.2 Tepelně izolační a lehčené žáruvzdorné cihly.....	26
1.3.3 Kalciumsilikátové materiály	27
1.3.4 Mikroporézní izolační materiály	28
1.3.5 Minerální pěny	28
1.3.6 Materiály z minerálních vláken.....	28
1.3.7 Materiály z keramických vláken	30
1.4 Protipožární typy vrat podle typu konstrukce.....	31
1.4.1 Roletové požární uzávěry a požární vrata	31
1.4.2 Textilní roletové požární uzávěry	33
1.4.3 Ocelové roletové požární uzávěry.....	34
1.4.4 Plastové roletové požární uzávěry.....	34
1.4.5 Protipožární vrata	35
1.4.6 Protipožární posuvná vrata.....	35
1.4.7 Protipožární sekční vrata.....	36
1.4.8 Protipožární vrata výsuvná.....	37

1.4.9	Protipožární vrata otevíravá ocelová.....	38
1.4.10	Rychloběžná vrata	38
1.4.11	Rychloběžná spirálová vrata	39
1.5	Uzavírání požárních dveří.....	40
1.6	Provedení kování	40
1.7	Značení druhu konstrukce dle požárního hlediska	42
1.8	Značení dle požární odolnosti	42
1.9	Zkoušení požárních uzávěrů	44
1.9.1	Zkoušení požární odolnosti dveřních a uzávěrových sestav	44
1.9.2	Zkušební postup	45
1.9.3	Požární zkouška.....	46
1.9.4	Nominální teplotní křivky	48
1.9.5	Mechanické zkoušky	48
2	Experimentální část	50
2.1	Použité materiály	50
2.1.1	Látka PROMAFLEX.....	50
2.1.2	Vata ALSIFLEX®	51
2.1.3	Přesný kalibrační pás HOLEX	51
2.2	Prováděné zkoušky	52
2.2.1	Požární zkoušky	52
2.2.2	Mechanické zkoušky	57
2.3	Výsledky	62
2.3.1	Výsledkypožární zkoušky	62
2.3.2	Výsledky měření mechanických zkoušek	66
2.4	Návrhy provedení izolační vrstvy.....	72
2.4.1	Varianta1 – Roleta.....	72
2.4.2	Varianta 2 – Lamela (harmonika)	73
2.4.3	Varianta 3 – Symetrické lamely	75

2.4.4	Konstrukce 4– Skládací látka	76
2.5	Návrh zvedacího mechanismu	77
2.5.1	Navíjení s gravitačním spuštěním	77
2.5.2	Navíjenínebo skládání s nuceným spuštěním.....	82
2.6	Výběr konceptu.....	88
2.6.1	Vítězný koncept.....	91
2.6.2	Výpočet hmotnosti uzavíracího mechanismu:	91
2.6.3	Odhadceny.....	94
	Diskuse	96
	Závěr.....	98
	Použitá literatura	99
	Příloha	102

Seznam použitých zkratek

EN	Evropská norma
ČSN	Česká státní norma
cm	centimetr
m	metr
mm	milimetr
nm	nanometer
bm	běžný metr
min	minuta
s	sekunda
mm/s	milimetr za sekundu
mm/min	milimetr za minutu
m ²	metr čtvereční
m ³	metr krychlový
kg	kilogram
kg/m ³	kilogram na metr krychlový
N	newton
KN	kilonewton
%	procento
°C	Celsiův stupeň
K	bezpečnostní koeficient
Λ	hodnota prostupu tepla [W.mK ⁻¹]
obr.	obrázek
tab.	tabulka
č.	číslo

Seznam grafů:

Graf 1: Závislost tepelné vodivosti na teplotě u různých druhů materiálů	25
Graf 2: Teplotní křivka.....	54
Graf 3: Průběh teplot na povrchu vzorku č. 1 během zkoušky	63
Graf 4: Průběh teplot na povrchu vzorku č. 2 během zkoušky	64
Graf 5: Průběh teplot na povrchu vzorku č. 3 během zkoušky	65
Graf 6: Průběh zatěžovací zkoušky vzorku ve směru osnovy.....	66
Graf 7: Průběh zatěžovací zkoušky vzorku ve směru útku	67
Graf 8: Průběh zatěžovací zkoušky pevnosti švu ve směru osnovy.....	68
Graf 9: Průběh zatěžovací zkoušky pevnosti švu ve směru útku	69
Graf 10: Průběh zatěžovací zkoušky u vzorku vaty	70

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Vedení tepla	20
Obrázek 2: Šíření tepla vedením	20
Obrázek 3: Konvekce	22
Obrázek 4: Přenos tepla prouděním	22
Obrázek 5: Sdílení tepla sáláním	23
Obrázek 6: Roletová vrata	33
Obrázek 7: Protipožární vrata	35
Obrázek 8: Protipožární posuvná vrata	36
Obrázek 9: Protipožární sekční vrata	37
Obrázek 10: Protipožární výsuvná vrata	37
Obrázek 11: Protipožární vrata otevíravá ocelová	38
Obrázek 12: Rychloběžná vrata	39
Obrázek 13: Rychloběžná spirálová vrata	39
Obrázek 14: Kompaktní spirálové kování	40
Obrázek 15: Prostorově úsporné kování N	41
Obrázek 16: Přizpůsobitelné kování H	41
Obrázek 17: Neopotřebitelné kování V	42
Obrázek 18: Zkoušení požární odolnosti	47
Obrázek 19: Křelina	26
Obrázek 20: Vermikulit	27
Obrázek 21: Perlit	27
Obrázek 22: PROMAGLAF®-HTI	29
Obrázek 23: PROMAFLEX ®	30
Obrázek 24: ALSIFLEX®	31
Obrázek 25: PROMAFLEX®	50
Obrázek 26: Vata ALSIFLEX®	51
Obrázek 27: ALSIFLEX®, Tloušťka	51
Obrázek 28: Přesný kalibrační pás HOLEX	51
Obrázek 29: Pec s instalovaným vzorem	53
Obrázek 30: Kontrolní měření teploty pomocí termokamery	54
Obrázek 31: Vzorek č. 1, skladba vzorku jako vrstveného materiálu	56
Obrázek 32: Vzorek po vyjmutí z pece	56
Obrázek 33: Vzorek před zkouškou	56

Obrázek 34: Vzorek č. 3	57
Obrázek 35: LabTest 4.050	58
Obrázek 36: Čelist stroje	60
Obrázek 37: Zkouška cyklickým ohybem přes ostrou hranu	61
Obrázek 38: Zkouška ohybem.....	62
Obrázek 39: Ověření teploty dotykem při 60°C	63
Obrázek 40: Vzorek po provedení zkoušky	64
Obrázek 41: Zkouška pevnosti švu	67
Obrázek 42: Vata.....	69
Obrázek 43: Vzorek ve směru osnovy po zkoušce	71
Obrázek 44: Roleta.....	73
Obrázek 45: Lamela 1	74
Obrázek 46: Lamela 2	74
Obrázek 47: Švy	74
Obrázek 48: Konstrukce v otevřeném stavu s látkou	75
Obrázek 49: Konstrukce v zavřeném stavu s látkou	75
Obrázek 50: Skládací látka.....	76
Obrázek 51: Navíjení s gravitačním spuštěním.....	78
Obrázek 52: Konstrukce 1.2.....	79
Obrázek 53: Konstrukce 1.3, detail lišt a švů.....	80
Obrázek 54: Konstrukce 1.3, provedení s krycí látkou	80
Obrázek 55: Konstrukce 1.3.....	81
Obrázek 57: Konstrukce 1.4.....	82
Obrázek 56: Mechanismus zvedání a otevírání vrat s látkou.....	82
Obrázek 58: Konstrukce 2.1	83
Obrázek 59: Mechanismus v zavřeném a otevřeném stavu	84
Obrázek 60: Konstrukce 2.2.....	85
Obrázek 61: Nůžkový mechanismus v zavřeném stavu bez látky	86
Obrázek 62: Nůžkový mechanismus zvedání a otevírání vrat s látkou.....	87
Obrázek 63: Nůžkový mechanismus v otevřeném stavu s látkou a bez látky.....	87
Obrázek 64: Schéma vítězného konceptu	91
Obrázek 65: Znázornění síly, která namáhá vrata.....	93

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Vlastnosti požárně ochranných materiálů	19
Tabulka 2: Pec a rám	53
Tabulka 3: Rychlost protažení nebo prodloužení.....	59
Tabulka 4: Výsledky testůve směru osnovy.....	66
Tabulka 5: Výsledky testůve směru útku	67
Tabulka 6: Výsledky testůpevnosti švuve směru osnovy.....	68
Tabulka 7: Výsledky testůpevnosti švuve směru útku	68
Tabulka 8: Výsledky testůu vzorku vaty	70
Tabulka 9: Vlastnosti krycí vrstvy	89
Tabulka 10: Vlastnosti uzavíracího mechanismu.....	90
Tabulka 11: Hmotnosti jednotlivých prvků	92
Tabulka 12: Výpočet celkové ceny konstrukce.....	94
Tabulka 13: Tabulka přibližných cen vrat v závislosti na rozměrechvrat.....	95

Úvod

Požární bezpečnost staveb nezanedbatelným způsobem ovlivňuje výslednou podobu stavebního díla, závisí na ní situační umístění stavby, dispoziční řešení, architektonické pojetí, ale i konečné konstrukční a výrobkové provedení. Nejspíše proto se z požární bezpečnosti staveb, dříve v podstatě opomíjené profese, stala rovnoprávná specializace.

Při požárně bezpečnostním řešení stavby se každá budova dělí na požární úseky – menší celky, které jsou ohraničeny a tím i od sebe navzájem odděleny tzv. požárně dělicími konstrukcemi. Do požárních stěn a požárních stropů se požární uzávěry otvorů osazují tak, aby i v místech těchto otvorů zůstala požárně dělicí funkce dané konstrukce zachována. Požární uzávěry se osazují i do obvodových stěn, a to v případech, kdy je potřeba zabránit přenosu či dosahu případného požáru přes venkovní stranu budovy. Požární uzávěry, v obou případech, plní svou funkci pouze tehdy, jsou-li uzavřené.

Požární bezpečnost staveb lze zajistit primárně také pasivní požární ochranou, čehož je možné dosáhnout například vhodným situováním a dispozicí stavby a správným navržením stavebních konstrukcí. Dále je možné využít různé druhy požárních vrat či rolet, která jsou schopna plnit požadavky například na samozavírání.

K bezpečnému a pohodlnému využití prostorů musí protipožární vrata disponovat vhodnou mechanickou a tepelně-technickou funkcí. Pro vytvoření optimálního řešení konstrukce protipožárních vrat je při stanovování požadavků potřeba vzít v úvahu souvislosti mezi funkčními, mechanickými, ekonomickými a tepelnými vlastnostmi, přičemž primární požadavky, tedy požadavky mechanické, tepelně-izolační, bezpečnostní a protipožární, na vrata zásadně ovlivňují jejich konstrukční a mechanické vlastnosti. Požární vrata se kromě oddělení požárních úseků používají také na únikových cestách a v průmyslových úsecích, kde se současně předpokládá střední až vysoký stupeň užívání veřejností.

Cíl práce

Cílem práce je návrh konstrukce protipožárních vrat a řešení vhodných materiálů. Nejdříve se v rešeršní části budeme seznamovat s některými druhy existujících uzávěrů, abychom mohli navrhnout vlastní konstrukce protipožárních vrat, popsat je, vyzkoušet a použít. Realizace bude pouze virtuální pomocí CAD programu.

V první praktické části navrhujeme materiály pro použití na konstrukce vrat a otestujeme tyto materiály z hlediska tepelné a mechanické odolnosti. Materiály budou vystavovány různým druhům namáhání, tepelnému i mechanickému, jako jsou tah, cyklický ohyb či odolnost při navíjení. V praxi většinou bývají materiály namáhány kombinací těchto druhů namáhání. Pro použití vhodného materiálu ve výrobě je zapotřebí znát jeho vlastnosti, které se zjišťují normalizovanými zkouškami. Materiály pro konstrukci zvolíme podle výsledku mechanických a tepelných zkoušek.

Druhá praktická část se zabývá návrhem konstrukce protipožárních vrat, jejich popisem a porovnáním. Obrázky vrat budou kresleny v softwaru SOLID 2017. Konstrukce bude rozdělena na krycí vrstvu a mechanismus navíjení. Ze všech navržených konstrukcí budeme poté vybírat ten nejvhodnější koncept vzhledem k určeným účelům.

1 Rešerše

Rešerše bude zaměřena dle zadání na seznámení s některými druhy uzávěrů, na jejich popis, způsob značení, postup zkoušení, použití a vysvětlení všech témat týkajících se této problematiky.

Požár je každé nežádoucí vzplanutí ohně, při kterém může dojít k poškození materiálních hodnot nebo které způsobí zranění nebo smrt osob. Požárem se myslí i nežádoucí hoření, při kterém sice nedošlo ke škodě, ale životy a zdraví osob jsou v bezprostředním ohrožení a může být způsobena škoda na materiálních hodnotách třetích osob.[1]

Kategorie stavebních materiálů podle jejich reakce na oheň:

A1 – **nehořlavé** (sklo, kámen, cihla atd.); A2 – **téměř nehořlavé** (sádrokarton, vlna ze skelných vláken);

B – **nesnadno hořlavé** (překližka) – vzplanutí pouze částečné, ne celkové

C – **hořlavé** (pěna na bázi fenolu);

D – **snadno hořlavé** (samozhášivý polystyren);

E – **velmi hořlavé** (dřevovláknité desky, polyuretanová pěna) - dojde k celkovému vzplanutí

F–**extrémně hořlavé** – neklasifikované výrobky (obyčejný polystyren)

Při požáru se uvolňují plyny a hořlavé kapaliny, které mohou narušit integritu stavebních konstrukcí a technických zařízení, také mohou vybuchovat technická zařízení, nádrže naplněné plyny a hořlavými kapalinami, explodovat výbušniny, hořlavé prachy a směsi produktů nedokonalého hoření se vzuchem. Při požárech mohou také unikat hořlavé kapaliny z nádrží.

Ohniskem požáru je myšleno místo vzniku vzplanutí nebo místo, kde má požár největší sílu.

Volný rozvoj požáru je časové údobí od vzniku a počátku rozšiřování požáru do zásahu hasičských jednotek.

Prostor ovlivněný požárem se dělí do tří pásem:

Pásmo hoření je oblast hoření, kde se nalézá ohnisko požáru. Je charakteristická

vysokými teplotami (dřevo až 1000°C, hořlavé kapaliny 1200 - 1500°C, saze až 3000°C).

V pásmu přípravy probíhají výše uvedené formy sdílení tepla, hořlavé látky se zahřívají na teplotu hoření. Pro pásmo zakouření je charakteristické proudění zplodin hoření. Ty obsahují kromě sazí a popela většinou i zdraví škodlivé látky.[2]

1.1 Požární odolnost

Požární odolnost požárního uzávěru se vyjadřuje dobou v minutách od začátku zkoušky až do okamžiku, kdy zkoušený uzávěr už nevyhovuje některému z požadovaných kritérií. Vedle časového údaje se uvádí i kritérium, kterému zkoušený uzávěr nevyhověl.

Požární odolnost se provádí časovou zkouškou, kdy se testují různá kritéria požárního uzávěru. Pokud některým z nich uzávěr po skončení zkoušky již nevyhovuje, jsou zapsána do protokolu spolu s dobou trvání zkoušky. Určuje se zkouškou vzorku ve zkušební peci, kde se část konstrukce vystavuje tepelnému namáhání, případně se i zatěžuje jako při osazení na stavbě.

Odolnost uzávěru skládajícího se z několika samostatných částí se dá určit součtem odolností zjištěných u jednotlivých prvků daného uzávěru.

Požární odolnost uzávěru zjištěnou jinou metodou, než stanovuje ČSN 73 0852, je možné uznat po porovnání se zkušební metodikou a výsledky zkoušek. Mimořádně je možné požární odolnost zjistit výpočtem, s výjimkou hromadně vyráběných uzávěrů.

Posuzování požární bezpečnosti staveb se řídí normami ČSN, ČSN EN, příp. zahraničními normami (DIN). ČSN definuje požární uzávěr otvoru jako stavební konstrukci zabraňující rozšiřování ohně v požárně-dělicích konstrukcích (dveře, vrata, poklopy), popř. uzávěry technických nebo technologických zařízení, např. uzávěry šachet, požární klapky.

Dále je termínem požární odolnost myšlena také doba, po kterou jsou stavební konstrukce nebo požární uzávěry schopny odolávat teplotám vznikajícím při požáru, aniž by došlo k porušení jejich funkce, např. ztráta nosnosti a stability, porušení celistvosti nebo překročení mezních teplot.

Požární odolnost přestupu tepla do požárně chráněných konstrukcí je založena na vhodné volbě tepelných vlastností požárně ochranných materiálů.[3]

Tabulka 1: Vlastnosti požárně ochranných materiálů

Tepelně izolační materiál	Hustota ρ [kg m ⁻³]	Obsah vlhkosti u [%]	Tepelná vodivost λ [W m ⁻¹ K ⁻¹]	Měrná tepelná kapacita c [J kg ⁻¹ K ⁻¹]
Nástřiky				
minerální vlákna	300	1	0,12	1200
vermikulit	350	15	0,12	1200
perlit	350	15	0,12	1200
Hutné nástřiky				
vermikulit (perlit) a cement	550	15	0,12	1100
vermikulit (perlit) a sádra	650	15	0,12	1100
Desky				
vermikulit (perlit) a cement	800	15	0,20	1200
silikátová (vápenosilikátová) vlákna	600	3	0,15	1200
silikátová (vápenosilikátová) vlákna a cement	800	5	0,15	1200
sádrové desky	800	20	0,20	1700
slisované vláknité ze silikátových vláken, min. vlny, čedičové vlny	150	2	0,20	1200
Zpěnitelné nátěry	100	0	0,10	1200
Beton				
běžný	2300	4	1,60	1000
lehký	1600	5	0,80	840
Zdivo				
z dutých cihel	1000	8	0,40	1200
z plných cihel	2000	8	1,20	1200
z betonových bloků	2200	8	1,00	1200

Při každém požáru se uvolňuje teplo. Fyzikální jev uvolňování tepelné energie nazýváme sdílení. Rozlišujeme tři **způsoby sdílení tepla**:

1.2 Přenos tepla

Jsou popsány tři způsoby přenosu tepla: vedení, proudění a záření. Vedením (kondukcí) se míní přenášení tepla u pevných látek a kapalin. Plyny sdílí teplo prouděním (konvekci) a zářením (sáláním čili radiací). Základní předpoklad pro probíhání těchto dějů je přítomnost rozdílu mezi teplotami.

Energie uvnitř systému proudí do té doby, než se stav vyrovná. To je dáno fyzikálními zákony, které obecně platí v každém přirozeném prostředí. Těleso s vyšší teplotou předává svou energii tělesu chladnějšímu, dokud se jejich teploty nevyrovnají. Tento princip lze pozorovat u výměníku tepla. Dvě tělesa o různých teplotách odděluje stěna s nepatrnou tloušťkou, čímž je zajištěna propustnost tepla. Tímto způsobem se látky s malým rozdílem teplot dají snáze ohřívat či ochlazovat. Tyto rozdíly jsou využívány právě pro pracovní chod výměníků tepla.

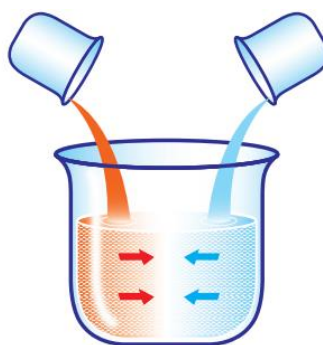
Přenos energie z jednoho média na jiné se řídí níže uvedenými pravidly:

- Teplo je vždy přenášeno z teplejšího média na chladnější.

- Mezi médii musí existovat teplotní rozdíl.
- Ztráta tepla u teplejšího média se rovná množství tepla přijatého chladnějším médiem, pokud zanedbáme ztráty tepla do okolí. [5]

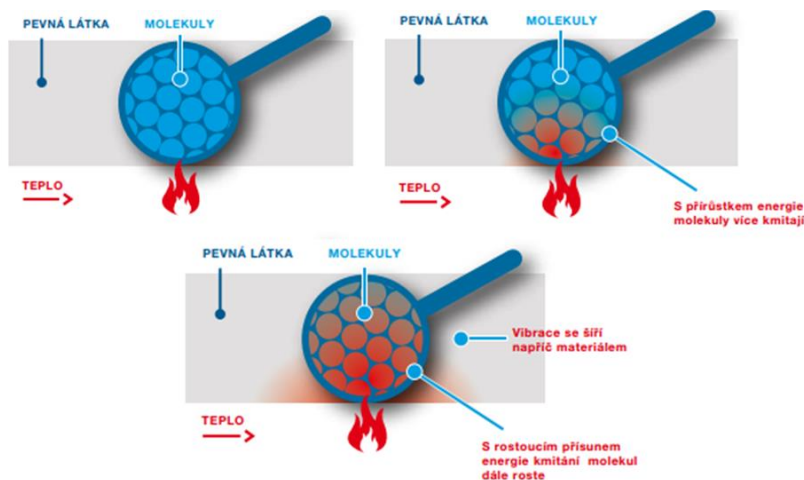
1.2.1 Vedení tepla

Při vedení tepla dochází ke střetu částic s vyšší teplotou s částicemi o nižší teplotě. Při srážkách dochází k předání střední energie. Nedochozí ke změně polohy částic, pouze k jejich rovnovážnému kmitání. Tento způsob tepelného přenosu lze pozorovat zejména u pevných těles složených z částí s různou teplotou.



Obrázek 1: Vedení tepla

Intenzita přenosu je závislá na hustotě nebo hmotnosti materiálu. Čím vyšší hmotnost, tím vyšší tepelná vodivost. Vodivost souvisí také s délkou a průřezem vodiče. Míra vedení tepla v pevné fázi je přímo úměrná teplosměnné ploše (průřezu) a nepřímo úměrná tloušťce materiálu. Vedení tepla je přímo úměrné hmotnosti a hustotě materiálu. Míra vodivosti se s vyšší hmotností zvětšuje. Také čím větší je průřez vodiče, tím vyšší je jeho vodivost.



Obrázek 2: Šíření tepla vedením

Rychlost přenosu tepla vedením se vypočítá pomocí následující rovnice:

$$Q = [k \cdot A \cdot (T_{\text{tep}} - T_{\text{stud}})]/d, \quad (2)$$

Kde Q = teplo přenesené za jednotku času

k = tepelná vodivost stěny

A = teplosměnná plocha

T_{tep} = teplota teplé oblasti

T_{stud} = teplota studené oblasti

d = tloušťka stěny.[9]

Vedení tepla, tepelný tok – Fourierův zákon

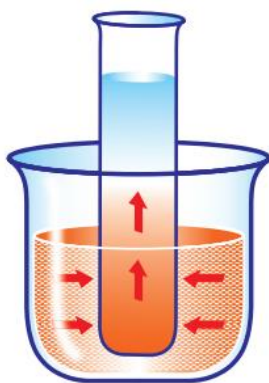
Energie předávaná částicemi teplejšího tělesa částicím chladnějšího tělesa se nazývá tepelný tok, $q(x)$, a může být v určitém okamžiku stanoven v každém místě teplotního pole. Tepelný tok vztažený na jednotku plochy v rovině kolmé ke směru toku se nazývá hustota tepelného toku, q [Wm^{-2}]. Závislost mezi hustotou tepelného toku a rozložením teploty je dána rovnicí (3), ve které je hustota tepelného toku q přímo úměrná a opačného znaménka než teplotní gradient.

$$q = -\lambda * \frac{dt}{dx}, \quad (3)$$

λ představuje součinitele tepelné vodivosti. Nejnižší tepelnou vodivost mají plyny, řádově $0,01 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Tepelná vodivost kapalin je řádově $0,1 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ a tepelná vodivost kovových materiálů se řádově pohybuje mezi $10 - 100 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. [5]

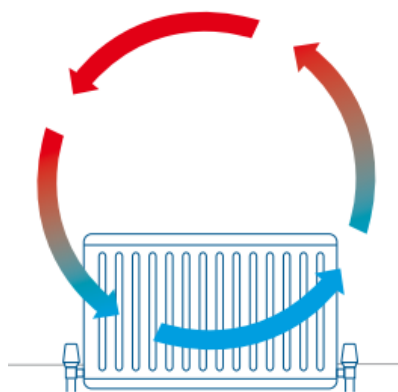
1.2.2 Přenos tepla prouděním (konvekce)

Ke sdílení (přenosu) tepla prouděním dochází například při styku kapaliny nebo plynu s pevnou stěnou. Při tom dochází k ochlazování nebo ohřívání tenké vrstvy tekutiny při stěně (podle toho, je-li teplota stěny vůči tekutině vyšší nebo nižší). Vzniklý rozdíl teplot vrstev pak způsobuje přirozené proudění. Pokud se kapalná nebo plynná látka dotkne pevného materiálu, je její tenká vrstva v místě styku buď ochlazená, nebo ohřívána (to závisí na teplotě stěny). Prouděním pak nazýváme vzniklý teplotní rozdíl.



Obrázek 3: Konvekce

Intenzita přenosu je závislá na hustotě nebo hmotnosti materiálu. Čím vyšší hmotnost, tím vyšší tepelná vodivost. Vodivost souvisí také s délkou a průřezem vodiče. Míra vedení tepla v pevné fázi je přímo úměrná teplosměnné ploše (průřezu) a nepřímo úměrná tloušťce materiálu. Vedení tepla je přímo úměrné hmotnosti a hustotě materiálu. Míra vodivosti se s vyšší hmotností zvětšuje. Také čím větší je průřez vodiče, tím vyšší je jeho vodivost.



Obrázek 4: Přenos tepla prouděním

Rovnice pro rychlost proudění se vypočítá následovně:

$$Q = h_k \cdot A \cdot (T_p - T_t), \quad (4)$$

kde Q = teplo přenesené za jednotku času,

h_k = součinitel přenosu tepla konvekcí,

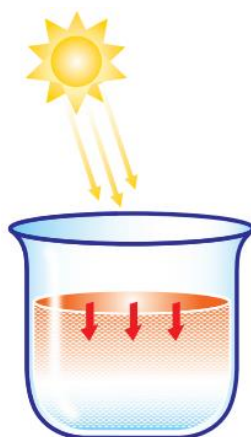
A = teplo směnná plocha povrchu,

T_p = teplota povrchu,

T_t = teplota tekutiny.[9]

1.2.3 Sdílení tepla sáláním (zářením)

Přijímání a vysílání tepelného záření je přirozené všem tělesům. Záření, které využívá k přenosu elektromagnetické vlny, se nazývá infračervené. Od předchozích dvou způsobů přenosu tepla se sálání liší tím, že se ho nezúčastňují částice. Sálání je tedy možné i ve vesmírném vakuu. Díky sálání cítíme teplo slunečních paprsků i přes vzdálenost 150 milionů kilometrů. Infračervené záření je intenzivnější, pokud je teplota tělesa vyšší. Při čtvrté mocnině teploty roste intenzita záření, čímž jsou vysvětleny tepelné ztráty nad 100 °C. Odraz či pohlcení infračerveného záření je ovlivněno druhem povrchu.



Obrázek 5: Sdílení tepla sáláním

Pokud se v tělese dějí změny vnitřní energie, začne těleso vydávat záření ve formě elektromagnetických vln. Objeví-li se v okolí vyzařujícího tělesa jiné těleso, může dojít k pohlcení záření, a tím pádem se energie druhého tělesa navýší. Část energie je přitom odražena a část tělesem projde. Tento jev se nazývá sdílení tepla sáláním.

Veškeré záření si tělesa nějakým způsobem předají. Pokud jedno těleso energii odrazí, přijme ji jiné. Míra pohlcování a odražení záření je dána hlavně kvalitou a barvou povrchu. Tohoto poznatku se využívá v praktickém životě v nejednom oboru. Chladicí spotřebiče jsou bílé (bílá odráží záření), pokud v létě nosíme černé oblečení, přitahujeme více záření, a je nám tím pádem tepleji. Tyto poznatky vznikly na základě zkušeností. Dopodrobna se zářením a jeho pohybem zabývá kvantová mechanika.

Tepelné záření se vypočítá pomocí Stefanova-Boltzmannova zákona:

$$P = e \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_r^4 - T_c^4), \quad (5)$$

Kde P = čistý vyzářený výkon,

A = vyzařující plocha,

T_r = teplota zářiče,

T_c = teplota okolí,

e = emisivita,

σ = Stefanova-Boltzmannova konstanta.

Emisivita ideálního zářiče má hodnotu 1. Běžné materiály mají nižší hodnoty emisivity. Emisivita eloxovaného hliníku má hodnotu 0,9, zatímco u mědi je to 0,04.[9]

1.2.4 Tepelná vodivost

Míra přenosu tepla tělesem je přímo úměrná teplotnímu gradientu napříč tělesem a jeho průřezu. Efektivita materiálu jako tepelné izolace se jinak nazývá pojmem tepelná vodivost. Pro homogenní rovinnou desku, jejíž tloušťka je malá ve srovnání s ostatními rozměry, platí:

$$Q = \lambda A dT/dx, \quad (6)$$

kde Q je přenesené teplo (W),

A je měrná plocha (m^2),

dT/dx je gradient teploty/tloušťka (K/m^{-1}),

λ je hodnota tepelné vodivosti ($W/m^{-1} K^{-1}$),

Tepelná vodivost λ

Tepelná vodivost je fyzikální veličina určující schopnost materiálu vodit teplo. Tepelná vodivost se napříč materiály liší. Pokud je hodnota součinitele tepelné vodivosti nízká, schopnost materiálu přenášet teplo je malá. Dle míry vodivosti se pak dělí materiály na izolační (malá vodivost) a vodivé (velká vodivost).

Kvalitní izolační materiály, např. mikroporézní izolace, si udrží nízkou vodivost i při vysokých teplotách. Součinitel této látky zůstává nízký i při velké teplotní změně (od cca 21 °C až po 800 °C se zvýší z 0,021 $W/m^{-1} K^{-1}$ na 0,034 $W/m^{-1} K^{-1}$). Mikroporézní izolace izoluje skvěle nejen při vysokých teplotách, ale též v např. -170 °C. Schopnost materiálu tepelně izolovat a být odolný vůči žáru je stále více žádána. Zejména v průmyslu se u materiálů cení nízký součinitel vodivosti pro jeho důležité praktické vlastnosti.[9]

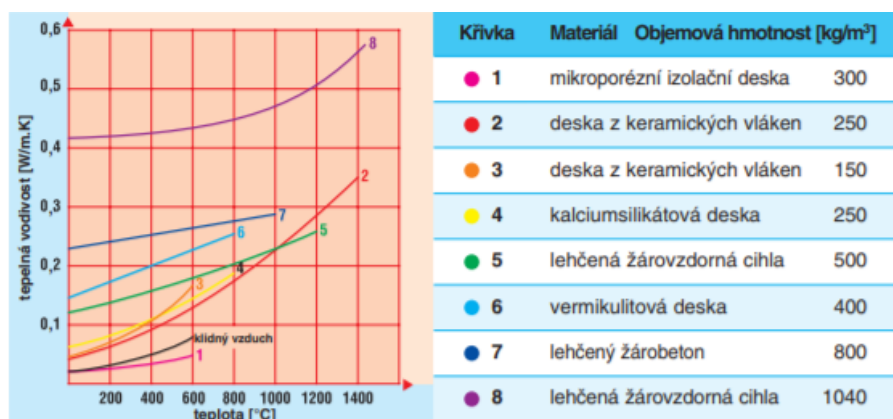
1.3 Tepelně izolační materiály

1.3.1 Základy, klasifikace, výroba, sortiment, vlastnosti a aplikace

Materiály tepelně izolační se vyrábějí za účelem snížení ztrát tepla. Jsou součástí zdiva ve vysokoteplotních stavbách jako druhá, běžně i první, vrstva vyzdívky. Nejdůležitějšími faktory u těchto materiálů jsou tepelná vodivost a tepelná kapacita.

Celková pórovitost tepelně izolačních materiálů dosahuje obvykle hodnoty nad 45 %, v praxi většinou od 60 do 90 %, v extrémních případech až 99 %. Kromě toho způsobují izolanty a materiály s vysokou pórovitostí nízkou pevnost materiálu, snadno propouštějí plyny a nejsou příliš odolné proti korozi. Tepelná vodivost nezávisí jen na celkové poréznosti materiálu, ale také na morfologii pórů, struktuře materiálu a na poměru obsažených minerálů. Další faktory mající vliv na velikost tepelného proudění závisí například také na teplotě, jsou to vodivost pevné fáze, plynné fáze a radiace. Důležitý vliv má velikost póru, ta by neměla přesáhnout 1 mm. Mikroporézní struktury mají míru vodivosti nejnižší a jejich póry mají velikost pod 100 nm. To, jak a kde jsou materiály použity, značně závisí na jejich odolnosti vůči rychlým změnám teplot. „Materiály z keramických vláken obvykle vydrží několik tepelných šoků a oproti tomu ostatní lehké konstrukční materiály jsou na tepelný šok citlivé. V tabulce A v příloze je představen seznam nejvýznamnějších skupin tepelně izolačních materiálů.

Metod na přípravu pórů v tepelných izolantech je několik; jsou to například vyhořívání, napěňování, foukání (probublávání) a vnášení plynů. Procesy, při kterých se tyto metody uplatňují, jsou následující: „použití zplyňujících kapalin či pevných látek, použití vláken nebo přírodních či umělých zlehčujících přísad.“ Pokud nedojde v pecích k mechanické zátěži, stejně tak pokud se lze vyhnout nebezpečí koroze, je možné všechny těžké žáruvzdorné materiály kompenzovat odlehčenými tepelnými izolanty.[10]



Graf 1: Závislost tepelné vodivosti na teplotě u různých druhů materiálů

1.3.2 Tepelně izolační a lehčené žárovzdorné cihly

Tepelně izolační cihly

V termínu „tepelně izolační cihly“ jsou zahrnuty tepelně izolační materiály, které odolají teplotám do 1000 °C a často jsou nesprávně zaměňovány s označením „zadní izolace“. Tyto výrobky jsou produkovány z lehčených přírodních materiálů (křemelina, vermikulit, perlit). Tyto materiály řadíme společně s lehčenými žárovzdornými cihlami do skupiny produktů vyráběných ze žárovzdorných surovin.

Křemelina je sypká, jemnozrnná hornina, tvořená minimálně ze 40% opálovými schránkami jednobuněčných řas, tzv. rozsivek 90% kvalitní křemeliny tvoří oxid křemičitý. Společně s radiolarity a spongolity se řadí k silicítům organogenního původu. Mezi sypké vzorky křemeliny se řadí tyto suroviny: diatomová, rozsivková zemina nebo rozsivkový jíl, či diatomové bahno, nebo zpevněné diatomové břidlice. Diatomitem se někdy označuje pouze zpevněná hornina břidličnatého charakteru. Kromě materiálů jsou křemeliny zastoupeny jílovými minerály, nejčastěji kaolinitem a illitem.

Barva čisté křemeliny je obvykle bílá, občas nazelenalá, šedá či hnědavá, což závisí na příměsích. Z 80% je porézní, což je pozitivní pro další zpracovávání. Vysušená křemelina má objemovou hmotnost od 0,3 do 0,5 g/cm³, tím pádem je nadnášena vodou. Dalšími ceněnými vlastnostmi je zadržování tepla, odolnost vůči žáru, schopnost pohlcovat vlhkost, odolnost vůči kyselinám atd.[31]



Obrázek 6: Křemelina

Vermikulit je „hořečnato železná tá slída, která po zahřátí nad 700 °C expanduje, z ní vzniklé granuláty mají tvar tahací harmoniky“. Díky tlaku vznikajícímu během vypařování vody mezi jednotlivými vrstvami se objem minerálu zvětší 20krát až 30krát. Tento tzv. expandovaný vermikulit (objemová hmotnost 60 až 200 kg/m³) slouží jako základní prvek pro výrobu vermikulitových cihel, desek a tvarových dílců. Jako pojivo se používá směs hlinitanového cementu, vodního skla a fosfátů.

Vermikulit má rozsáhlé využití. Je čistý, bez vůně a zápachu a dobře odolává plísním. Většina využití čerpá z exfoliovaného vermikulitu. Jakmile je vermikulit exfoliován, získává sterilní vlastnosti díky vysoké teplotě, která je při výrobě nezbytná. [32]



Obrázek 7: Vermikulit

Perlit je druh skla vzniklý vulkanickou činností. Obsahuje vysoký podíl vody a jeho výskyt je v přírodě častý. Pokud není tepelně upraven, nemá žádné vhodné vlastnosti pro průmyslové využití. Pokud je však podroben základnímu procesu výroby, což je zahřátí na minimální teplotu 850° C (pražení), jeho charakteristika se rázem změní na nedocenitelnou. Výrobním procesem nazvaným expandace vzniká expandovaný perlit a během tohoto procesu napění velmi drobná zrna perlitu. Příčinou je rychlé vypařování vody. Objem zrn narůstá až 15krát, jejich velikost se různí.[33]

Expandovaný perlit má objemovou hmotnost 35 až 150 kg/m³. Stejně jako z vermikulitu, i z perlitu se vyrábějí cihly, desky a tvarované dílce. Díky intenzivní redukci objemu, která se děje až při dosti vysokých teplotách, se oblast využití nachází mezi 750 až 1000 °C.



Obrázek 8: Perlit

1.3.3 Kalciumsilikátové materiály

Kalciumsilikátové materiály vznikají během procesu hydrotermální syntézy vodní suspenze vápna a jemného křemičitého písku, ke kterým se přidává plnivo a výztuha. V autoklávu probíhá mineralogická přeměna na hlavní fáze: „tobermorit $5CaO \cdot 6SiO_2 \cdot 5H_2O$ (obsahuje cca 10

% vody, stabilní je do 650 °C) a xonotlit $6\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (obsahuje cca 3 % vody, stabilní je do 850 °C)“. Výpalem se pak získá bezvodý wollastonit $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Wollastonit se využívá jako aditivum a zvyšuje odolnost vůči vysokým teplotám.

Kalciumsilikátové izolační desky spadají pod výše zmíněnou skupinu materiálů, ale objemovou hmotnost a pevnost mají vyšší. Jsou vyráběny pomocí tlakového filtrování, jinak známého pod jménem metoda Hatschek. Vznikají pevné, samonosné desky, které vynikají dobrými tepelně izolačními schopnostmi a mohou být řezány, vrtány a opracovány běžnými nástroji na dřevo. Díky betonové matici odolávají vodě a vodní páře, nehnijí a nejsou napadány plísněmi a hmyzem.[10]

1.3.4 Mikroporézní izolační materiály

Mikroporézní izolační materiály jsou tepelně vodivé jen velmi málo. Někdy jsou hodnoty vodivosti nižší než u klidného vzduchu. Materiál obsahuje velmi malé póry. Většinou dosahují rozměrů pod 100 nm. „*Tzn., že průměr pórů je menší než volná dráha rozkmitu molekul vzduchu*“, což výrazně ztěžuje přenos tepla konvekcí u pevné fáze kondukcí. Průchod tepla radiací je také snížen přidáním opacifik. Hlavními substancemi jsou pyrolitický oxid křemičitý, oxid titaničitý a přídavky. Zpracováním prášku na lisu se získávají desky a tvarové části, které mohou přejít do dalších fází zpracovávání.[10]

1.3.5 Minerální pěny

Minerální pěny se vyrábějí procesem plynového vhnění. Pěny obsahují anorganickou výplň, vodní sklo a napěňující složky. Pěny jsou následně tvarovány litím, vytlačováním nebo lisováním. Polykondenzací a vydělením vody vzniká prostorový polymer.

Vzniklá pěna tuhne během krátké doby, což může být ještě urychleno zahřátím. V závislosti na stupni napěnění se vyrábějí pěny o objemové hmotnosti 100 až 800 kg/m³. [10]

1.3.6 Materiály z minerálních vláken

Skleněná vlákna se vytváří ze skloviny různého chemického složení. Princip výroby spočívá v tažení, foukání nebo odstředování pramínku skloviny a v kombinování uvedených způsobů. Chemické složení použité skloviny závisí na uvažované aplikaci. Výrobky ze skleněných vláken se používají do teploty 500 °C, výjimečně do 1600 °C.

Výroba minerálních vláken probíhá v kupolových nebo elektrických pecích přetavováním strusek a vyvřelých hornin. V další fázi se rozvláknuje proud taveniny foukáním nebo rotujícím

diskem. Teplota použití je závislá na chemickém složení a pohybuje se do 600 až 750 °C. Skleněná a minerální vlákna se dále využívají k tvorbě rohoží, desek, tkanin, papíru, tvarových dílců a provazů odděleně na různých výrobních linkách. Nejvýznamnější způsoby aplikace jsou v oblasti staveb s tepelnou a zvukovou izolací, lodí, letadel, automobilů a ostatních průmyslových konstrukcí. Vysokoteplotní skleněná vlákna byla vyvinuta jako náhrada za vlákna keramická. Vysokoteplotní skleněná vlákna jsou ze zdravotního hlediska zařazena do skupiny bezpečných materiálů. Tato vlákna vznikají na bázi alkalických křemičitanů a chemické složení se podobá vláknům skleněným a minerálním. Aplikační teplota velmi úzce souvisí s tepelnou a chemickou zátěží a pohybuje se od 850 do 1200 °C v neutrálním prostředí. „Překročení aplikační teploty je velmi nebezpečné, protože materiál má úzký slinovací interval.“ Agresivní látky mohou výrazně zkrátit životnost vyzdění.

Filamenty se dále tvarují například do tkanin ve všech základních vazbách s váhou 600 – 1300 g/m², tloušťkou 0,8 – 2 mm, pevností v tahu: osnova 5000 N/5 cm, útek 2500 N/5 cm, bod tání až 1200° C. Materiál tkanin je kombinace osnovy nebo útku s přízemí z aramidových nebo uhlíkových vláken. Tkaniny slouží k výrobě ochranných oděvů, především do extrémně horkých provozů (hutníci, svářeči). Tkaniny nebo paralelní filamenty se vkládají jako armatury do kompozit a stavebních hmot. Ze skleněných vláken jsou také vytvářeny izolace proti žáru nebo chemickým vlivům ve formě rohoží hadic, stuh a šňůr.

Charakteristika **PROMAGLAF®-HTI**:

Jde o skleněná vlákna na bázi oxidů alkalických zemin (vysokoteplotní skleněná vlákna) a nepatří do skupiny keramických vláken. Vlákná PROMAGLAF®-HTI se biologicky odbourávají, a proto nejsou ze zdravotního hlediska brána jako pro přírodu a člověka nevhodná. Technické údaje látky PROMAGLAF jsou ukázány v tabulce B v příloze.



Obrázek 9: PROMAGLAF®-HTI

Vlastnosti a výhody použití:

- Vlákná jsou nezávadná z hlediska pracovní hygieny, nejsou klasifikována jako nebezpečná.

- Biologicky odbouratelná vlákna.
- Vysoká tepelná odolnost.
- Vysoká odolnost proti teplotním šokům.
- Nízká tepelná vodivost a tepelná kapacita.
- Množství dodávaných variant.

Charakteristika **PROMAFLEX**®:

Jedná se o tepelně odolnou tkaninu obsahující minimálně 94 % SiO_2 . K dispozici je v různých formách, například jako tkanina, šňůry, hadice, pásy apod.



Obrázek 10: PROMAFLEX®

Tkanina PROMAFLEX® se dodává ve dvou kvalitách:

- PROMAFLEX®-1000
- PROMAFLEX®-1400

Vlastnosti a výhody použití: pružný izolační materiál odolávající vysokým teplotám, různé tvary a délky, pružnost i při vysokých teplotách, vysoká pevnost v tahu, vysoká izolační schopnost při nízké tloušťce, vysoká absorpce tepla, materiál odolává řadě chemických látek a různým atmosférám (Technické údaje látky PROMAFLEX jsou ukázány v tabulce C v příloze.).[10]

1.3.7 Materiály z keramických vláken

Díky nízké hmotnosti, akumulovanému teplu a tepelné vodivosti jsou keramická vlákna velmi účinnou tepelnou izolací až do 1800 °C. Zvážíme-li současné a budoucí ceny energií, je zřejmé, že návratnost investice je krátkodobou záležitostí.

Keramická vlákna **ALSIFLEX**® jsou vyrobena na bázi oxidů hlinitého a křemičitého. ALSIFLEX®-1260, -1400 a -1430 jsou hlinito-křemičitá vlákna. ALSIFLEX®-1600 jsou polykrytalická vlákna na bázi mullitu a korundu. Vlákná ALSIFLEX® je lehký, ohebný izolační materiál s vysokou permanentní teplotní odolností, nízkou tepelnou vodivostí a poměrně vysokou chemickou odolností. Keramická vlákna jsou důležitým materiálem pro ekonomickou a moderní

vysokoteplotní izolaci, kterou lze použít v široké škále aplikací od průmyslových vysokoteplotních agregátů až po domácí spotřebiče. Homogenní struktura dlouhých vláken zlepšuje řadu technických vlastností.



Obrázek 11: ALSIFLEX®

Vlastnosti a výhody použití: lehké a ohebné, nízká tepelná vodivost a tepelná kapacita, vysoká teplotní a chemická odolnost, vysoká odolnost proti teplotním šokům, snadné zpracování, elektricky nevodivé, rozmanitost dodávaných tvarů, prefabrikované stavební dílce a přířezy.

Vlákná ALSIFLEX ® se vyrábějí ve čtyřech teplotních kategoriích podle typu označení. V závislosti na způsobu aplikace je teplota trvalého použití o 100 až 150 °C nižší než je klasifikační teplota. Ve speciálních případech je možné použití až do výše klasifikační teploty. Rohože ALSIFLEX ® jsou navrženy podle klasifikační teploty a objemové hmotnosti, např. ALSIFLEX ®-1260/130 odpovídá klasifikační teplotě 1260 °C a objemové hmotnosti 130 kg/m³ (Technické údaje látky ALSIFLEX jsou ukázány v tabulce D v příloze.). [10]

1.4 Protipožární typy vrat podle typu konstrukce

V této kapitole jsou uvedeny různé druhy protipožárních vrat a provedení kování.

1.4.1 Roletové požární uzávěry a požární vrata

Přísným dodržováním bezpečnostních pravidel při projektování a konstrukci staveb dochází poslední dobou k řadě překážek, obzvláště co se týče rozdělování objektů do požárních sektorů. Požadavky projektantů a osob užívajících stavby, kteří žádají nerozdělené, prostorné budovy, se neshází s projektovými normami, vyžadujícími důsledné oddělování prostoru, kdyby došlo ke vzniku požáru. Projekty musí být navrženy tak, aby v nich byla možnost bezpečné evakuace, to znamená, že jsou navrhována uzavíratelná schodiště, stejně tak i stropní otvory a velké prostory jsou navrženy s možností je uzavřít, aby se zabránilo rychlejšímu šíření požáru.

Tyto překážky, vzniklé střetem zájmů, lze vyřešit kompromisem vycházejícím z relevantního spojení požadavků provozních i bezpečnostních, a to instalací roletových požárních uzávěrů. Jsou natolik variabilní, že jejich prostřednictvím lze oddělit ty nejnechráněnější únikové východy. Zároveň mohou pomoci zabránit šíření ohně předdělením prostoru.

Třídění roletových požárních uzávěrů:

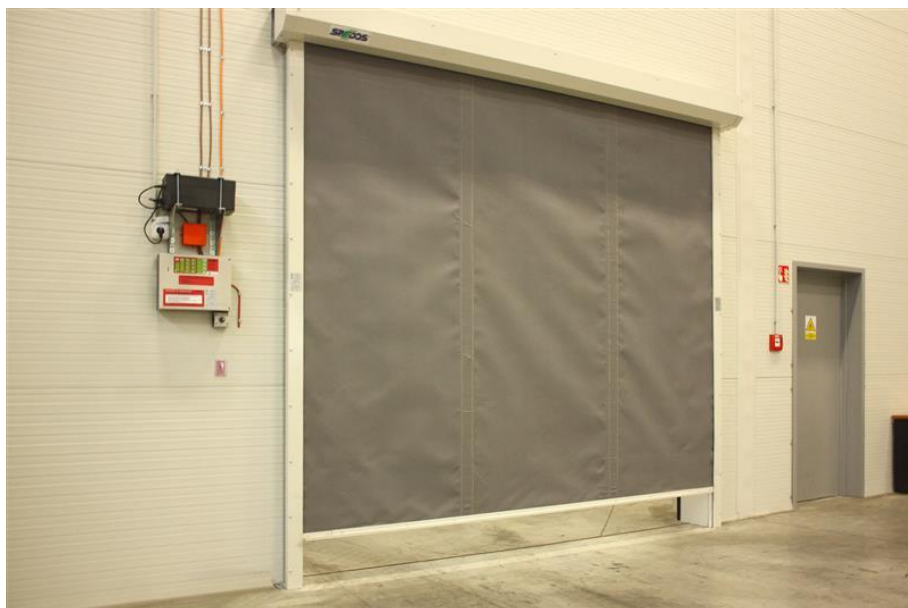
Roletové požární uzávěry třídíme na základě těchto kritérií:

a) dle „směru pohybu“:

- **svisle posuvné** – směr zavírání pouze ze shora dolů
- **bočně posuvné** – pohyb obloukový (až do 90°) s možností několikanásobné změny směru
- **horizontálně posuvné** – pohybují se vodorovně, oddělují eskalátory, pohyblivé chodníky, popř. pevná schodiště mezi patry

b) dle typu materiálu:

- **textilní** – osnovu tvoří ocelové nerezové drátky vyplněné skleněnými vlákny s povrchovým nátěrem ze směsi polyuretanu a hliníkového prášku (šedá barva), nebo intumescentním materiálem (černá barva).
- **ocelové** – tvořené jednoduchou nebo dvojitou lamelou. V případě dvojité lamely je vnitřní prostor vyplněn minerální izolací.
- **plastové** – výlisek z plastu se sníženou hořlavostí s dřevěným jádrem, napuštěným látkou zpomalující hoření.[19]



Obrázek 12: Roletová vrata

1.4.2 Textilní roletové požární uzávěry

Vlastní roleta je vyrobena ze speciální ohnivzdorné textilie, která je pro lepší mechanickou odolnost protkána ocelovými drátky. Textilie odolává teplotám přes 1000 °C a vyrábí se v stříbrošedém nebo černém provedení. Uzávěry mohou být svisle nebo horizontálně posuvné a jsou poháněny elektrickým motorem. Lze je mechanicky otevřít v případě nouze a to pomocí kliky. Rozměry rolet jsou maximálně do 7x6 m. Konstrukčními úpravami lze dosáhnout rozměru až 20x6 m tím, že se hřídel po určitých vzdálenostech podloží podpůrnými válečky pro snazší spouštění rolety a pohyb je usnadněn také výkonnějším pohonem s vyšším krouticím momentem. (Pozn.: rozměry mohou být odlišné v závislosti na výrobci.)

Pokud jsou textilní roletové požární uzávěry bez přídavných úprav, obvykle vykazují požární odolnost EW 15 - 45 (60) DP1. Zvýšení odolnosti až na EW 90 DP1 resp. EI 90 DP1 je možné za použití zkrápění, tj. chlazením vodou.

Výhodou těchto požárních uzávěrů je jejich nízká hmotnost, malé rozměry navíjecího kastlíku (180 x 180 mm), různé možnosti kotvení rolety a díky nízkému potřebnému příkonu motorů malá spotřeba elektrické energie. Hlavní nevýhodou je vysoká citlivost textilie na potenciální mechanické poškození. Při použití ve větších rozměrech je nutné řešit rolety v kooperaci s nuceným odvětráváním (při odvětrávání dochází ke vzniku vakua, které ovlivňuje spouštění textilní rolety poškozujícím způsobem, kdy napnutím rolety může dojít i k vytržení textilie z bočního vedení).[19]

1.4.3 Ocelové roletové požární uzávěry

Rolety jsou tvořeny z ocelových lamel specifického tvaru s tloušťkou plechu 0,7 až 1,2 mm v závislosti na velikosti otvoru, který má být chráněn. Celá roleta včetně koncového T profilu je galvanicky pozinkována. Uzávěry se podle směru pohybu dělí na svislé, boční a horizontálně posuvné. Externí motor pohání a spouští roletový uzávěr, stejně jako ostatní rolety. Běžné rozměry ocelových rolet s jednoduchou lamelou jsou 7x7 m, lze je konstrukčně modifikovat, a tím pádem změnit velikost až na 12x7 m. Rozměry se mohou lišit dle požadavků výrobce.

Obyčejně je požární odolnost ocelových rolet klasifikována jako EW 15 DP1, extra úpravou pomocí zkrápěním je možné dosáhnout až EW 90 DP1, resp. EI 90 DP1.

Ocelové roletové uzávěry jsou i v tepelně izolovaném provedení, čehož je dosaženo zavedením dvojité lamely. Mezi dvojicí speciálně tvarovaných ocelových lamel je vložena izolace z minerální vaty. Tyto rolety se používají pouze jako svisle posuvné. Rozměr rolet je 6x6 m, konstrukčními úpravami – větší tloušťka lamel a jejich jiná fixace ve vodících lištách – lze dosáhnout i v tomto případě rozměru až 12x6m, znovu to závisí na požadavcích výrobce.

Požární odolnost zateplených ocelových rolet je EW 90 DP1, zkrápěním ji lze zvýšit na EI 90DP.

Ocelové roletové uzávěry mají na rozdíl od rolet textilních vysokou mechanickou odolnost a jsou bezpečnější (často je požadují pojišťovací společnosti). Pro svoje tepelně-izolační vlastnosti se používají jako požární předěly různě temperovaných úseků objektu nebo mohou předělovat oblasti mezi exteriérem a interiérem. Jedinou větší nevýhodou je relativně vysoká hmotnost a velikost navíjecího krytu pro motor.[19]

1.4.4 Plastové roletové požární uzávěry

Materiál pro výrobu plastové rolety je lisovaný plast se sníženou hořlavostí a je vyplněn dřevěným jádrem, uvnitř něhož je napuštěn retardér hoření. Uzávěr pohání externí motor s elektromagnetickou brzdou, spouští se samočinně. Maximální rozměr od výrobce je 25 m².

Rolety vyrobené z plastu jsou jedinými uzávěry klasifikovanými jako hořlavé konstrukce (DP3). I přesto je jejich vysoká požární odolnost EI 60 DP3 velkou výhodou, jelikož jí je dosaženo i bez přídavného ochlazování vodou. Dalším plusem je dobrá mechanická odolnost. Také možnost využívání těchto rolet i pro běžný provoz je prospěšná, je ale nutno počítat s částečným omezeným cyklováním (cca 4–5 cyklů za hodinu). Nevýhodou je hořlavý materiál rolety (třída DP3), nadměrná hmotnost rolety a značný rozměr navíjecího krytu.[19]

1.4.5 Protipožární vrata

Protipožární vrata tvoří samostatnou kapitolu vratových systémů.

Jejich křídlo, nebo křídla, mohou být posuvná nebo otočná. Ovládání je možné buď manuálně, nebo elektrickým pohonem. Při požáru se zavírají automaticky. Existují zde další specifiky, která vyplývají jednak z požadavků požární správy objektu, jednak z platných standardů.



Obrázek 13: Protipožární vrata

1.4.6 Protipožární posuvná vrata

Požární posuvná vrata patří do skupiny nejrozšířenějších a cenově nejpříznivějších požárních uzávěrů. Pro svoji jednoduchost a provozní spolehlivost jsou velice často užívány jak v průmyslových objektech, tak i v budovách určených pro veřejnost. Nejjednodušší varianta se vyrábí v provedení bez motoru, kdy jsou vrata fixována v otevřené poloze magnetem a zavřou se pouze v případě nebezpečí požáru. Nedají se běžně zavírat a k oddělování dvou míst také neslouží. Dle prostorových možností ve stavbě lze použít posuvná vrata jednokřídlá, dvoukřídlá nebo teleskopická. Požární odolnost je EW15 až EW90, EI15 až EI90.[20]

Posuvná protipožární vrata vynikají vysokou ohnivzdorností, zamezují rozšiřování ohně, tepla a plamene. Na rozdíl od otevíravých uzávěrů vynikají v tom, že pro otevření nevyžadují žádný prostor před průchozím otvorem. Celý vratový prostor je vlastně možné využít k průchodu. Dodávané protipožární uzávěry jsou na základě použitých materiálů klasifikovány jako uzávěry DP1 – nehořlavé (podle ČSN 730851). [21]



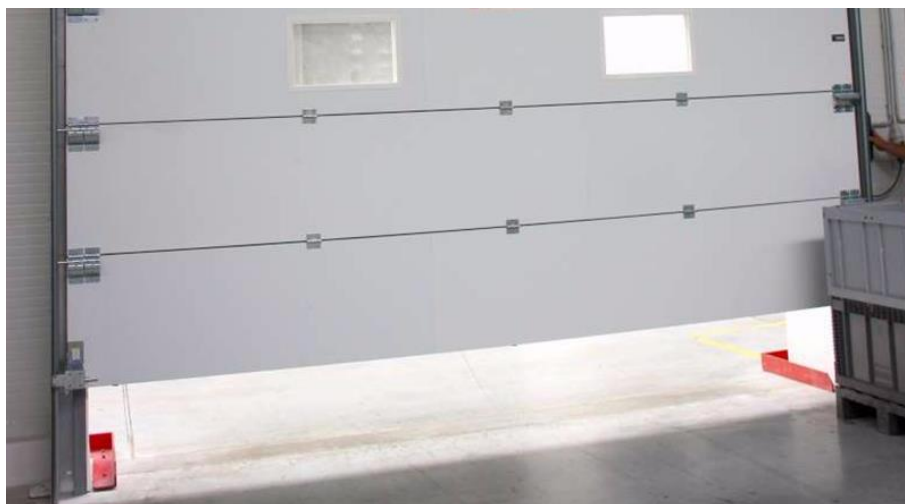
Obrázek 14: Protipožární posuvná vrata

1.4.7 Protipožární sekční vrata

Sekční požární vrata jsou používána, vzhledem k vyšší ceně, pouze v situacích, kde nelze použít jiný druh uzávěru. Sekční požární vrata jsou vždy vybavena elektrickým motorem a slouží k oddělení dvou prostorů z praktických (provozních) i požárních důvodů. U těchto vrat se nevyskytuje příliš velká četnost průjezdů.[22]

Sekční vrata patří k vratům s nejširší škálou variant využití v průmyslu, neboť zabírají zanedbatelný prostor a průjezdní plocha zůstává při krizové situaci stejně velká. Sekční průmyslová vrata se otvírají svisle nahoru, čímž poskytují prostor před i za vraty. Lamely vrat se rovnají pod stropem naplocho, přes otvor svisle, nebo různě v závislosti na sklonu střechy. Sekční vrata konstrukční řady 50, ocelová, ocelovo-hliníková nebo čistě hliníková jsou navržena tak, aby dokonale splnila svou funkci. Bezpečnost vrat je dokázána certifikátem. Velmi malá hloubka zavedení je obzvláště prospěšná u hal s osvětlovacími kopulemi a střechami či fasádami ze skla.

Protipožární sekční vrata jsou druhem uzávěru, jenž je poháněn elektrinou prostřednictvím pohonu, a v případě požáru zajistí maximální bezpečnost a nepropustnost požáru. [24]

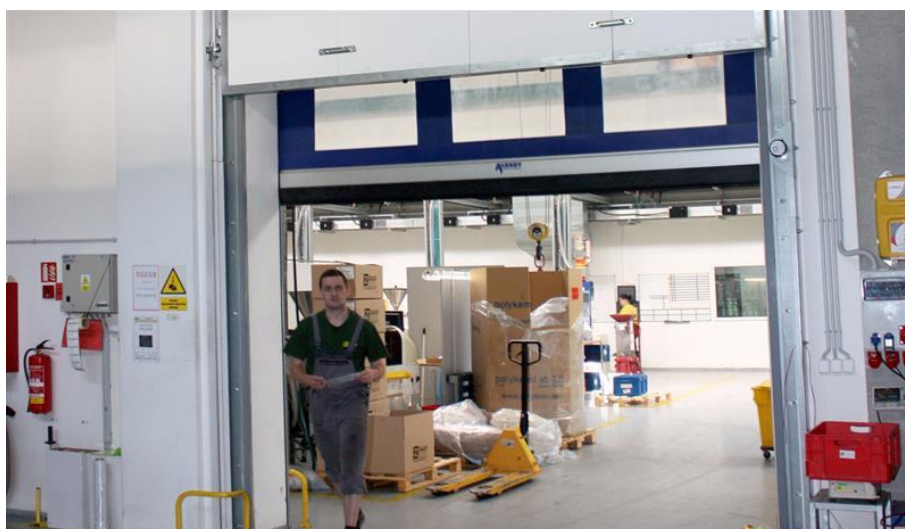


Obrázek 15: Protipožární sekční vrata

1.4.8 Protipožární vrata výsuvná

Ocelová protipožární výsuvná vrata jsou bezpečnostním prvkem objektů, který je navrhnout tak, aby nepustil do objektu požár a plameny. Jedná se o konstrukci vyrobenou z nehořlavých materiálů, která je poháněna elektromotorem a aktivuje se na základě různých impulzů, zejména se řídí kouřovým a teplotním hlásičem.[25]

Požární výsuvná vrata se využívají v místech, kde z prostorových důvodů nelze začlenit vrata posuvná. Jejich aplikace je celkem složitá, a nakonec tedy i cenově náročnější. Nevyžadují vysoké nároky na prostor v oblasti požárního uzávěru a vynikají spolehlivostí. Prvkem nejjednodušší varianty je magnet, který nahrazuje motor a fixuje vrata v otevřené poloze. Zavřena vrata budou pouze v případě požárního poplachu. Požární odolnost EW15 až EW90, EI15 až EI90.[26]



Obrázek 16: Protipožární výsuvná vrata

1.4.9 Protipožární vrata otevíravá ocelová

Protipožární otevíravá vrata jsou ocelová, takže výborně zabraňují šíření požáru a pronikání tepla a plamenů. Z hlediska použitých materiálů jsou vrata začleněna do kategorie DP1 (podle ČSN 73 0851). Jsou dodávána ve dvou variantách podle úrovně požární odolnosti - EI (bránící šíření tepla) nebo EW (omezující šíření tepla). V základní podobě jsou vrata otevírána ručně, ale na žádost je možné dodat různé varianty otevírání (elektromagnetické, s panikovou funkcí, kouřotěsné, zvukotěsné apod.[27]



Obrázek 17: Protipožární vrata otevíravá ocelová

1.4.10 Rychloběžná vrata

Rychloběžná vrata se v poslední době v oblasti průmyslu stávají stále oblíbenějšími. Souvisí to zejména s množstvím tepla, které je ušetřeno, ale i s udržováním čistého pracovního prostředí. Tento požadavek je splněn perfektním umístěním dvou vrat za sebou do zádveří tak, aby vrata byla vzájemně blokována proti otevření.

U těchto vrat je velmi důležitý způsob aktivace, opět dost variabilní – od tlačítka přes dálkové ovládání, indukční smyčku, světelný paprsek nebo radar. Zavírání je většinou řešeno automaticky, po uplynutí nastaveného času.

Konstrukčně se jedná víceméně o rychlonavíjecí vrata, která se navíjejí směrem vzhůru nebo do stran. Vratová výplň je tvořena odolnou PVC tkaninou s průhledným pásem. Otevírací rychlosti se pohybují od 0,8 do 3 m/s. Pro výběr vhodného vratového systému je důležité rozlišovat vrata interiérová a exteriérová.[28]



Obrázek 18: Rychloběžná vrata

1.4.11 Rychloběžná spirálová vrata

Rychloběžná spirálová vrata jsou v průmyslu využívána k oddělení prostorů s častým pohybem manipulační techniky, kde je kladen důraz jak na rychlost otevření a zavření, tak i na dobré izolační vlastnosti. Ty jsou zajištěny lamelami sendvičové konstrukce izolované PUR pěnou. Vrata jsou dle norem chráněna světelnou mříží do výšky 2 metrů, která zabraňuje spuštění vrat, pokud je v prostoru osoba, manipulační technika, apod.[29]



Obrázek 19: Rychloběžná spirálová vrata

1.5 Uzavírání požárních dveří

Požární uzávěry musí být při požáru utěsněny. Pokud zůstanou při požáru otevřené, mohou způsobit vážné újmy na zdraví až smrt. Na dveře jsou proto instalovány samouzavírací mechanismy. Jedním z nejčastěji se v provozu vyskytujícím nedostatkem je, že dojde k zastavení uzavírání křídel dveří zádržnými předměty. Jedná se např. o pevné kovové háčky a běžné dřevěné klínky. Jinak může být vyřazení zavírače z provozu způsobeno vysazením ramínka nebo lišty. Zaklínění dveřních křídel může navíc způsobit trvalé zkřížení dveřní části, k čemuž dochází při stále působící síle samozavírače cca 10 kN, kdy se síly v horní a dolní části střetnou.

Důležitá je také správná volba samozavírače podle počtu cyklů, na který je odzkoušen, tj. C0 – 500 cyklů až C5 – 200 000 cyklů. Nevhodný samozavírač se brzy poškodí a není funkční, a tím pádem ani nevyhovuje provozním podmínkám. Odmontování bez náhrady je však přísně zakázáno. U frekventovaných oblastí je nutné volit alespoň skupinu C3. Je třeba také vzít v potaz hmotnost uzávěru, a zdali by pro zamýšlený provoz nebylo vhodnější spojení rychloběžného uzávěru s požárním. Pravidelné kontroly požárních uzávěrů nemusí být dostatečné. Výrobci se proto brání např. jasně daným pokynům ohledně použití uzávěrů v dodacích listech a neposkytnutí záruky v případě jejich porušení. Ideálním řešením je pak užití přídržných magnetů, které drží dveře trvale otevřené a v případě požáru se automaticky odblokují.[30]

1.6 Provedení kování

Kompaktní spirálové kování:

Lamely jsou vedeny bezpečně a bezdotykově do spirálové konzoly. Vrata mohou dosáhnout otevíracích rychlostí až 2,5 m/s, a to díky výkonné řídicí jednotce s frekvenčním měničem (FU) a řetězovým mechanismem s pružinovou kompenzací. Spirálová vrata H S 7030 PU mohou být navržena i jako venkovní verze.



Obrázek 20: Kompaktní spirálové kování

Prostorově úsporné kování N:

V oblastech s menší rozlohou je v místě překladu doporučována tato varianta kování. Lamely jsou vedeny řetězovým mechanismem s pružinovým vyrovnáním ve vodorovných vodicích kolejničích. Díky tomu je nutná pouze malá výška překladu – 480 mm.



Obrázek 21: Prostorově úsporné kování N

Přizpůsobitelné kování H:

Lamely jsou vedeny ve vodicích kolejničích, které jsou vodorovné. Ohyby bývají flexibilní, ale závisí to na montážní situaci. Vrata tak mohou být nainstalována za nebo nad sítovým vedením a jeřábovými drahami. Díky pásovému mechanismu s protizávažím jsou vrata obzvláště stálá a opotřebování se stává až po dlouhé době.



Obrázek 22: Přizpůsobitelné kování H

Neopotřebitelné kování V:

Lamely jsou vedeny vertikálně podél stěny haly. Díky tomu jsou pohyby vrat velmi tiché a naprosto bez opotřebení. Mechanismus pásů s protizávažím zaručuje výbornou životnost i při dlouhodobém používání. [8]



Obrázek 23: Neopotřebitelné kování V

1.7 Značení druhu konstrukce dle požárního hlediska

Požární uzávěry se dělí do tří skupin. Tyto skupiny jsou vytvořeny na základě reakcí jednotlivých materiálů, (z nichž jsou stavební konstrukce požárních uzávěrů vyrobeny), na oheň. Jedná se o tyto materiály:

DP1 (ocelové či prosklené dveře)– nevykazují zvýšení intenzity požáru v době, kdy je vyžadována požární odolnost. Celá konstrukce sestává z nehořlavých materiálů, popř. hořlavé materiály neovlivňují stabilitu a únosnost konstrukce nebo jsou zcela uzavřeny nehořlavou konstrukcí.

DP2 – stejně jako na materiálech v první kategorii, ani na těchto prvcích nezávisí intenzita požáru v době, kdy je vyžadována požární odolnost. Obsahují i hořlavé materiály, které mají vliv na stabilitu a únosnost konstrukce v požadované době požární odolnosti, ale nedochází k jejich hoření ani zahřívání. Požární uzávěry tohoto typu nejsou příliš používány.

DP3 – zvyšují v kritické době intenzitu požáru, a tím pádem nesplňují požadavky konstrukcí DP1 a DP2. Jde např. o běžné (požárně odolné) dřevěné dveře.[15]

1.8 Značení dle požární odolnosti

Po dobu požární odolnosti musí konstrukce odolávat účinkům požáru, čímž je myšlena schopnost odolat v požadovaném mezním stavu (popřípadě ve více mezních stavech). Doba požární odolnosti je vypočítávána v minutách, během měření je vytvořena číselná škála. Základní klasifikační doby jsou 15, 30, 45, 60, 90, 120 a 180 minut. [16]

Stavební konstrukce lze do uvedené klasifikace zařazovat pouze na základě provedených zkoušek nebo početního výpočtu. Hodnoty požární odolnosti nejpoužívanějších stavebních konstrukcí jsou stanoveny v ČSN 73 0821. Pro kategorizaci se dle ČSN 73 0810 používají tyto elementární písemné značky, které typizují dosažené mezní stavy požární odolnosti[16]:

R – nosnost – únosnost a stabilita konstrukčních prvků

E – celistvost – vznik trhlin nebo plamenného hoření na neexponované straně, vznícení bavlňeného polštářku

I – tepelná izolace – omezení teplot na neohřívaném povrchu (pro požární uzávěry platí dvě kategorie: I1 = 140 °C v průměru a 180 °C na žádném místě uzávěry, I2 = 360 °C na žádném místě zárubně)

W – radiace – omezení tepelného toku z neohřívané strany (max. 15kW/m² ve vzdálenosti 1 m)

S – kouřotěsnost – požární uzávěry zabraňující vniknutí kouře (Sa, Sm)

C – samozavírání – požární uzávěry se samouzavíracím mechanismem (5 tříd: C0 = 500 cyklů až C5 = 200 000 cyklů)

K – účinnost protipožární ochrany

Nejvyužívanější požární uzávěry získáme spojením parametrů mezních stavů:

EI na požárních dveřích zamezujících šíření požáru, **EW** na požárních dveřích redukujících šíření požáru, **SC** na kouřotěsných dveřích bránících průniku kouře a **EI-SC** a **EW-SC** na kouřotěsných požárních dveřích. Všechny požární uzávěry musí být označeny podle normy na viditelném místě. Specifikace musí být trvale čitelná a nesmazatelná po celou dobu životnosti výrobku (např. štítek nebo nálepka). Značení je prováděno u všech částí dveřní sestavy (křídla, výplně, zárubně) a eviduje se také v technické dokumentaci (projektová dokumentace, návody výrobců, apod.).[17]

Jedním z typů požárních uzávěrů jsou požární dveře, definované jako konstrukce výplní otvorů (dveře, vrata, poklopy), nebo konstrukce uzavírající technická či technologická zařízení a zabraňující expanzi požáru (zejména pronikání tepla a plamene), kouře a zplodin hoření.

Požární uzávěry lze dle funkce rozčlenit na tyto kategorie:

- zamezující šíření tepla (označené EI), u kterých je v první řadě důležitý nárůst povrchové teploty na odvrácené straně,

- redukující šíření tepla (označené EW), kde rozhoduje intenzita tepelného toku z druhé strany, než je ohnisko požáru –odolné proti průniku kouře (označené S), zde je rozhodujícím faktorem objem vzduchu prostupujícího mezerami. Při zkráceném označení lze protipožární uzávěry popsat např. takto: EI – 30 A, EW – 45 D2, S – D3, kde první písmeno znamená typ uzávěry, druhé požární odolnost v minutách a třetím je dán druh konstrukce nebo stupeň hořlavosti materiálu. U požárních uzávěrů se požární odolnost zaznamenává v časové škále 15, 30, 45, 60 a 90 minut.[18]

1.9 Zkoušení požárních uzávěrů

Každý výrobce požárních uzávěrů musí své výrobky odzkoušet a certifikovat na požární odolnost ve státní zkušebně a před certifikačním orgánem. Ověřování požární odolnosti požárních uzávěrů se provádí v souladu se zkušebními normami, např. ČSN EN. Na základě provedených zkoušek jsou následně uzávěry klasifikovány dle ČSN EN.

1.9.1 Zkoušení požární odolnosti dveřních a uzávěrových sestav

ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ

Zařízení pro provádění zkoušek sestává standardně z:

- speciálně vyrobené pece pro vystavení zkušebního vzorku podmínkám testu,
- řídicího zařízení zajišťujícího regulaci teploty v peci,
- zařízení pro vedení a supervizi tlaku horkých plynů v peci,
- rámu pro osazení zkušebního vzorku, který může být připevněn k peci tak, aby bylo možno vytvořit vhodné podmínky ohřívání, tlaku a podepření,
- zařízení pro měření teploty v peci a na neohřívané straně zkušebního vzorku, případně i uvnitř zkušebního vzorku (termoelektrické články),
- zařízení pro měření deformace zkušebního vzorku,
- zařízení pro hodnocení celistvosti zkušebního vzorku,
- zařízení pro průběžné měření času,
- zařízení pro měření koncentrace kyslíku v pecních plynech.[11]

1.9.2 Zkušební postup

Měření spár

Světlá místa mezi činnými a nehybnými částmi dvevní sestavy (např. mezi dveřním křídlem a zárubní) musí být změřena již před zkouškou. Pro dostačující hodnocení spár musí být měření opakováno vícekrát. Nejméně tři měření jsou potřeba podél obou bočních stran, také u okrajů křídla v jeho horní i dolní části. Měření pro stanovení spár musí být provedeno ve vzájemných vzdálenostech nejvýše 750 mm a s přesností 0,5 mm. Nepřístupné spáry lze změřit nepřímou.

Měření zavírací síly

Síly, které umožňují zavření dveří, se měří u všech konstrukcí vybavených zavíracím pohonem, to znamená, že není potřeba mechanické síly. Měří se z důvodu zjištění velikosti síly, která je nutná k udržení dveřního mechanismu v uzavřené poloze. Síly zjištěné při testu se musí rovnat velikost sil potřebné v praxi.

Uzavírací síla musí být jasně dána u každého z dveřních křídel. U oboustranně otevíravých dveří se musí stanovit moment pro oba směry otevírání, pro skládací dveře se síla musí stanovit ve směru otevírání.

Dvevní systémy, se kterými se manipuluje čistě manuálně, jsou měřeny tímto způsobem: křídla jsou otevřena do šířky 100 mm ze zavřeného stavu siloměrem. Ten je připevněn ke klice a působí proti směru zavírání. Nejvyšší hodnota mezi polohou „zavřeno“ a stavem, kdy jsou dveře otevřeny na maximální určenou šířku, je zaznamenána a využita pro další řešení.

Konečné nastavení

Konečné nastavení probíhá před požární zkouškou. Úkony jsou tyto: dveře musí být otevřeny na cca 3 metry a posléze vráceny zpět do módu „zavřeno“. Pokud komplex neobsahuje zavírací pohon, je uzavřen manuálně.

Před zkouškou se dveře nesmí zamknout, kromě případu, kdy je zámek jediný způsob, jak udržet dveře při běžném provozu v zavřené poloze. Po uzamčení je klíč ze zámku vytažen a zkouška může být zahájena.

Jestliže se konečná sestava provádí na vzorku v peci, musí být v peci tlak stejný jako v okolním prostředí (tj. bez přívodu či odvodu vzduchu).

Zkouška sama o sobě probíhá v peci o velikosti 3x3 m, do které je nainstalován výrobek pokud možno ve skutečné velikosti. Na vzorek po celou dobu působí teplota určená normovou křivkou. Veškeré výsledky jsou zapisovány do Protokolu o zkoušce požární odolnosti, změny a probíhající procesy se evidují po minutách. Pozornost se zaměřuje na podmínky dosažení kritických stavů celistvosti E (trvalé plamenné hoření), radiace (zejména překročení hodnot 15, 20 a 25 kW/m²) a izolace (jsou evidovány teploty na neohřátém povrchu vzorku získané termoelektrickými články).[12]

1.9.3 Požární zkouška

Počátek zkoušky –5 minut před počátkem zkoušky je překontrolována počáteční teplota zaznamenaná všemi termoelektrickými články. To je potřeba k ověření jejich shody a stanovení počáteční hodnoty měřených jednotek. Získávají se stejné hodnoty informací, např. deformací a zaznamenávají se počáteční kritéria zkoušky.

Hodnota počáteční průměrné teploty vzorku (pokud se zjišťuje) a hodnoty teploty na neohřívaném povrchu materiálu musí být $(20 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ a nesmí být odlišná od počáteční teploty okolí o více než 5°C . Počáteční teplota termoelektrických článků v peci musí být $(30 \pm 20)^{\circ}\text{C}$.

Zkouška začíná momentem, kdy je na kterémkoliv termoelektrickém článku v peci překročena teplota 50°C . Průběžný čas se měří od tohoto okamžiku, přičemž všechny manuální i samočinné systémy pro zjišťování číselných hodnot a pozorování mají v tomto okamžiku začít pracovat nebo jsou již aktivní.

Měření– veškeré hodnoty teploty a tlaku, stejně tak i deformace vzorku, se získávají a evidují během celého testu nebo v intervalech ne delších než 1 minutu.

Celistvost– pokud není v příslušné zkušební metodě dáno jinak, hodnotí se celistvost dělicích prvků bavlněnými polštářky, měrkami spár a sledováním zkušebního vzorku pro zjištění souvislého plamenného hoření. Sleduje-li se celistvost, nepoužívá se u prahové spojky dveří 6mm měrka spár.

Izolace- při zkoušce izolace není povoleno užívat termoelektrických ani mobilních článků.

Plamenné hoření – eviduje se výskyt a délka jakéhokoliv plamenného hoření na nezahřáté straně spolu s místem, kde požár vznikl.

Radiace– nebezpečí, které představuje radioaktivní záření, se při zkoušce hodnotí měřením celkového proudu tepla. Protože je ale převod tepla prouděním minimální, označuje se při tomto

druhu měření jako radiace. Toto proudění se měří rovnoběžně s neohřívaným povrchem testovaného materiálu v metrové vzdálenosti od něj. Obsahuje jak průměrné výsledky měření proti středu vzorku, tak i nejvyšší hodnoty, které jsou větší nebo rovny průměrné hodnotě, v případě, že záření vzorku není rovnoměrné.

Celkové chování – hodnotí se komplexní chování zkoušené konstrukce v průběhu zkoušky a zaznamenají se hodnoty ohledně jevů jako je „vývin kouře, tavení, měknutí, odlupování nebo uhelnatění, atd. materiálů zkušebního vzorku“.

Ukončení zkoušky – zkoušku lze předčasně ukončit z jednoho nebo více následujících důvodů:

- je ohrožena bezpečnost pracovníků nebo hrozí poničení vybavení,
- bylo dosaženo požadovaných kritérií chování vzorku,
- pokud si objedávající přeje ukončení.

Po dosažení zvolených podmínek je možné dodatečné zkoumání, aby byly získány doplňkové údaje pro přímou nebo rozšířenou aplikaci.

Pokud zkouška skončí dříve než je docíleno všech požadovaných kritérií chování, je vyžadováno uvedení důvodu předčasného ukončení zkoušky. Výsledkem zkoušky je v tomto případě čas a kvalifikace se řídí tímto údajem.

Potřebná požární odolnost uzávěrů musí být zajištěna po celou dobu používání stavebního či technologického objektu, tzn., že po celou dobu životnosti by výrobek neměl zapříčinit škody na majetku či zdraví osob.[12]



Obrázek 24: Zkoušení požární odolnosti

Výrobce získá po zkoušce podrobný protokol o jejím provedení se sdělením výsledku zkoušky a přílohami s naměřenými hodnotami. Z dosažených výsledků je vypracován protokol s informacemi o hodnoceném prvku, výsledcích testu a zařazení výrobku do oblasti jeho přímého

využití. Uzávěry je následně možno instalovat ve stejných rozměrech. ČSN EN 1634-1 umožňuje uzávěry zvětšit do šířky až o 10 % a do výšky až o 30 % nebo použít uzávěry v neomezeně zmenšeném provedení. V případě roletových uzávěrů je vzhledem k jejich dvoj- i vícenásobným rozměrům toto opatření nedostatečné. Proto se doporučuje, aby si výrobce nechal vyhotovit posouzení o rozšířeném využití výsledků zkoušek s uvedením maximálních přípustných rozměrů. Na základě těchto dokumentů je možnost vystavení certifikátu, stavebně technického osvědčení výrobku a platného „Prohlášení o shodě“. [11]

1.9.4 Nominální teplotní křivky

K nominálním teplotním křivkám se řadí normová teplotní křivka, křivka vnějšího požáru a uhlovodíková křivka. Vztah pro nominální normovou teplotní křivku zní:

$$T_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1), \quad (1)$$

kde T_g vyjadřuje teplotu plynů v příslušném požárním úseku a t čas. Vztah $\alpha_c = 25 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ popisuje součinitel přenosu tepla prouděním pro nominální normovou křivku a křivku vnějšího požáru. [3]

1.9.5 Mechanické zkoušky

Reakce materiálu na působení vnějších sil, tj. jeho mechanické vlastnosti, zjišťujeme testováním. Mezi některé mechanické vlastnosti materiálu patří např. jeho odpor proti deformaci (mez kluzu, mez tečení, tvrdost...) nebo deformační schopnost (tažnost, kontrakce atd.). Materiál, který je možné téměř libovolně deformovat před vznikem lomu, označujeme jako tvárný; materiál, který klade velký odpor proti deformaci, je pevný. Materiál vykazující obě vlastnosti najednou je houževnatý. K jeho přetvoření je potřeba velkého úsilí. Materiál, jenž se před lomem lehce deformuje, je klasifikován jako křehký.

Mechanické zkoušky se dle působení síly na těleso rozčleňují do těchto skupin:

- Statické zkoušky – k jejich realizaci se zkušební těleso musí rovnoměrně zatížit.
- Dynamické zkoušky – síla vzniká nárazově a působí zlomek sekundy. Při tzv. únavových zkouškách se zatížení cyklicky opakuje i mnohokrát za sekundu.

Dělení mechanických zkoušek dle teplot:

- zkoušky v normálních teplotách,

- zkoušky ve vysokých teplotách,
- zkoušky v nízkých teplotách.

Mechanické zkoušky se provádějí pro dosažení různých cílů. Původně sloužily k dodání číselných podkladů pro stavitele. Druhý důvod měření je ukázání kvalit materiálu, založených na jeho mechanických vlastnostech. Ty bývají významným kritériem při výstupní kontrole nebo přejímání materiálů. Za třetí, zkoumání materiálů usiluje o pochopení a vysvětlení jeho struktury a specifických mechanických vlastností.[4]

V teoretické části byly navrženy různé varianty materiálů a jejich zpracování, které by mohly být použity pro konstrukce vrat. Nejvýhodnějším materiálem je tkanina ze skelných vláken společnosti Promat, která odolává teplotám do 1400 stupňů. Pro snížení nákladů na vrata budou použity 2 vrstvy tohoto materiálu, protože mezi látkami se vytvoří prostor vyplněný vzduchem, který slouží jako dodatečný izolant. V důsledku toho je dosažena nižší cena, dostatečná pevnost a bezpečnost konstrukce (v případě požáru v místnosti, teplota vnější vrstvy vrat dosáhne teploty asi 130 stupňů).

2 Experimentální část

Experiment spočíval v ověření požární a mechanické odolnosti materiálu krycí vrstvy vrat. Ověřován byl zmenšený model na zařízeních popsaných v kap. 5.

2.1 Použité materiály

Materiály pro experimenty byly vybrány na základě poznátků získaných v rešeršní části. Vybrána byla tkanina vyrobená ze skelných vláken a dále byla zvolena vata jako další izolant v případě, že tkanina bude potřebovat dostatečnou tepelnou izolaci. Folie byla zvolena pro omezení radiačního přenosu tepla odrazem od povrchu nerezové oceli.

2.1.1 Látka PROMAFLEX

PROMAFLEX® je tepelně odolná tkanina obsahující minimálně 94 % SiO_2 . Výrobce uvádí následující vlastnosti: pružný izolační materiál odolávající vysokým teplotám, pružnost i při vysokých teplotách, vysoká pevnost v tahu, vysoká izolační schopnost při nízké tloušťce, vysoká absorpce tepla, materiál odolává řadě chemických látek a různým atmosférám.

Vzhledem k tomu, že výrobce neuvádí podrobnější informace, byly vybrané charakteristiky zjištěny experimentálně. Látka použitá v experimentu měla tloušťku dle normy 1,37 mm a plošnou hmotnost $0,001258 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. Dostava byla určena experimentálně a odpovídá ve směru osy i útku hodnotě 12 nití na 1 cm. Technické údaje látky PROMAFLEX jsou ukázány v tabulce C v příloze.



Obrázek 25: PROMAFLEX®

2.1.2 Vata ALSIFLEX®

Vata, kterou jsme používali jako dodatečnou tepelnou izolaci, měla tloušťku dle normy 12,7 mm a objemovou hmotnost 100 kg/m^3 . Technické údaje látky ALSIFLEX jsou ukázány v tabulce D v příloze.



Obrázek 26: Vata ALSIFLEX®



Obrázek 27: ALSIFLEX®, Tloušťka

Keramická vlákna ALSIFLEX® jsou vyrobena na bázi oxidů hlinitého a křemičitého. ALSIFLEX®-1260, -1400 a -1430 jsou hlinito-křemičitá vlákna. ALSIFLEX®-1600 jsou polykrystalická vlákna na bázi mullitu a korundu. Vlákna ALSIFLEX® je lehký, ohebný izolační materiál s vysokou permanentní teplotní odolností, nízkou tepelnou vodivostí a poměrně vysokou chemickou odolností. Keramická vlákna jsou důležitým materiálem pro ekonomickou a moderní vysokoteplotní izolaci, kterou lze použít v široké škále aplikací od průmyslových vysokoteplotních agregátů až po domácí spotřebiče. Homogenní struktura dlouhých vláken zlepšuje řadu technických vlastností.[10]

2.1.3 Přesný kalibrační pás HOLEX

Šířka fólie je 150 mm, délka 2500 mm a tloušťka 0,100 mm a je vyrobena z nerezové oceli. Na povrchu lesklá fólie je odolná proti korozi a působení kyselin.



Obrázek 28: Přesný kalibrační pás HOLEX

2.2 Provádění zkoušky

2.2.1 Požární zkoušky

Jak bylo uvedeno v rešeršní části, materiály, které mají být uvedeny na trh jako požárně odolné, musejí projít normovaným testem v akreditované zkušebně, která vydá příslušný certifikát. Vzhledem k tomu, že test je velmi drahý a není možné provádět ověřování návrhu až ve zkušebně, bylo využito zmenšeného modelu zkušební pece, který umožňuje ověřovat navrženou konstrukci požárních vrat s požadovanou materiálovou skladbou na zmenšených modelech, ale za podmínek daných normou (ČSN EN 16034). Je zřejmé, že proto typování nemůže zcela přesně odpovídat zkoušení v certifikované zkušebně, ale může být dostačujícím přiblížením pro další modifikace zejména materiálové skladby vrat, kterou je možné opětovně ověřit. Náklady na takový test jsou výrazně nižší a spočívají v amortizaci vnitřní izolace, materiálu vrat a spotřebovaného plynu.

Cílem stanovení požární odolnosti je posoudit chování vzorku konstrukce, vystaveného definovaným podmínkám ohřívání a tlaku. Metoda stanovuje způsoby kvantifikování schopnosti prvku odolat působení vysokým teplotám. Provedeno je to tak, že jsou stanovena kritéria funkcí, pomocí nichž lze vyhodnotit nosnost, zabránění průniku ohně (celistvost) a prostup tepla (izolace), kromě dalších vlastností, které se mohou hodnotit.

Experimentální zařízení

Zkušební pec je vyrobena z ocelového plechu tloušťky 5 mm, opatřená přední otevřenou částí s prvky umožňujícími upevnění testovaného vzorku. Vnitřní stěny jsou izolovány proti úniku tepla vermikulitovými deskami. Důvodem izolace je nejen ochrana okolí před účinky sálavého tepla, ale také zabránění deformací pece vlivem tepelné roztažnosti, která je z důvodu proudění horkého vzduchu a působení plamene v jednotlivých částech pece odlišná. Horní část pece je opatřena víkem a komínkem s regulací tahu. V boční části pece je otvor, do kterého se vkládá hořák spalující propan-butanovou směs. Teplota uvnitř prostoru a tedy dodržení ohřívací křivky se reguluje průtokem plynu do hořáku, nastavením průtoku vzduchu dmychadlem a případně i změnou tahu pomocí klapky v komínku.

Tabulka 2: Pec a rám

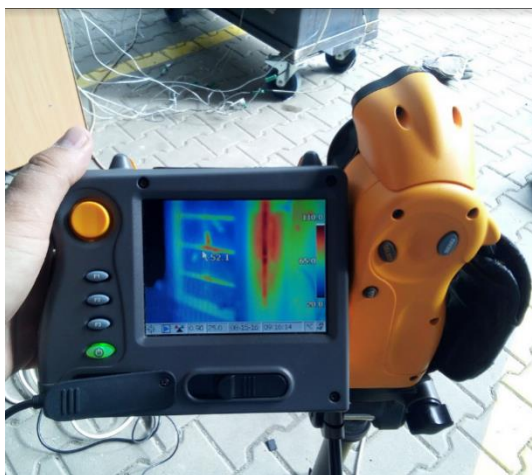
	Rozměr pece	Rozměr rámu vložení vzorku
Šířka	1000 mm	620 mm
Délka	1000 mm	720 mm
Tloušťka	500 mm	60 mm



Obrázek 29: Pec s instalovaným vzorem

Měření teploty na povrchu vzorku a uvnitř pece

Pec je opatřena dvojicí termočlánků po obou jejích stranách, které měří teplotu v peci v horní a dolní části. Dále je použita dvojice termočlánků, které jsou umístěny ve střední části pece, poblíž vzorku. Plamen je pomocí deflektorů uvnitř pece směřován tak, aby teplota v peci byla pokud možno stejná, proto je možné teploty na jednotlivých člancích průměrovat. Data z termočlánků jsou snímána pomocí dvojice externích termočlánekových převodníků ADAM-6018-BE, ke kterým jsou připojeny termočlánky průmyslového převodníku ADAM-4562, který převádí signál z RS 232 na USB. Převodník je propojen s počítačem a data jsou snímána a ukládána do programu pro tento účel vytvořenému v programu Delphi. Použité termočlánky jsou typu J, tedy kostantan-železo a to z důvodu tepelné odolnosti až do 1250 °C.



Obrázek 30: Kontrolní měření teploty pomocí termokamery

Křivka ohřívání

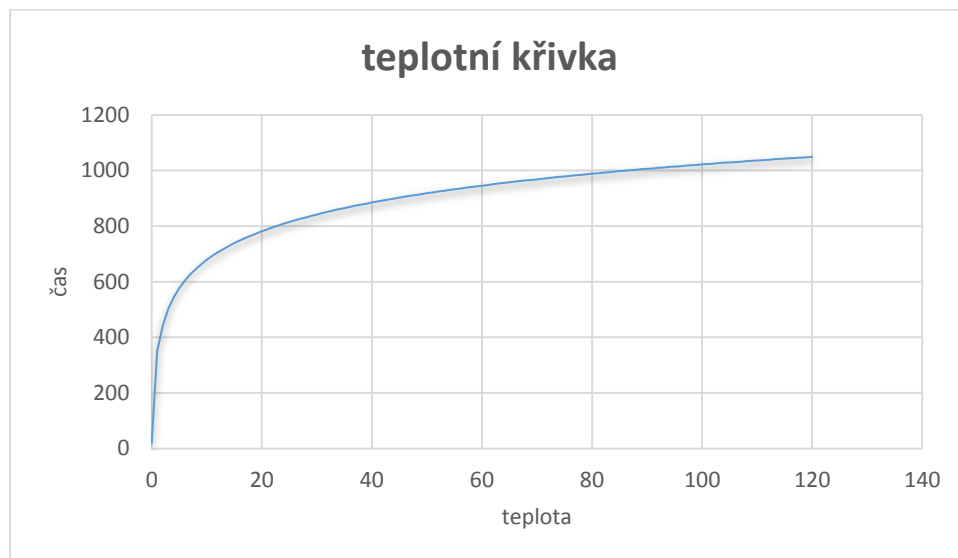
Cílem je dosáhnout odpovídajícího průběhu křivky daného normou.

Průměrná teplota v peci z měření jednotlivých termoelektrických článků se monitoruje a řídí tak, aby sledovala vztah:

$$T = 345 \cdot \log(8t + 1) + t_0, \quad (7)$$

kde T je průměrná teplota v peci ve stupních Celsia a t čas v minutách.

Průběh křivky je ukázán v grafu 2.



Graf 2: Teplotní křivka

Zkušební postup

Nejprve se zapálí hořák mimo pec a nejméně 5 minut se ohřívá na provozní teplotu. Poté se opatrně vloží do otvoru v peci a započne samotná zkouška. Pokud není hořák dostatečně prohřátý, dojde po krátké době po vložení do pece k uhašení plamene, přičemž však tato krátká doba již postačí k prohřevu pece nad 50 °C, což je nežádoucí, neboť čas nutný pro ochlazení pece pod tuto teplotu je poměrně dlouhý a značně se tak prodlužuje celkový čas trvání zkoušky. Poté se již reguluje teplota výše popsáním způsobem, přičemž je snaha se neoddlít od požadované teploty o více než 50 °C. Jako rozhodující se uvažuje teplota průměrovaná z 6 termočlánků umístěných uvnitř pece. Zároveň se sleduje celková doba od zahájení zkoušky a teplota na třech termočláncích umístěných diagonálně na vnějším povrchu vzorku. Pokud teplota na jednom z termočlánků překročí teplotu 140 °C zvýšenou o aktuální teplotu okolí, zkouška se ukončí a zaznamená se celkový čas. Pokud se nedosáhne teploty pro ukončení zkoušky, pokračuje se až do stanoveného kritéria. Např. pro EI 120, kdy je požadována odolnost 120 minut se zkouška provádí po tuto dobu prodlouženou o 10 minut. Zároveň se sleduje celistvost vzorku, pokud dojde k významnějšímu poškození a například průniku plamene, zkouška se taktéž ukončí.

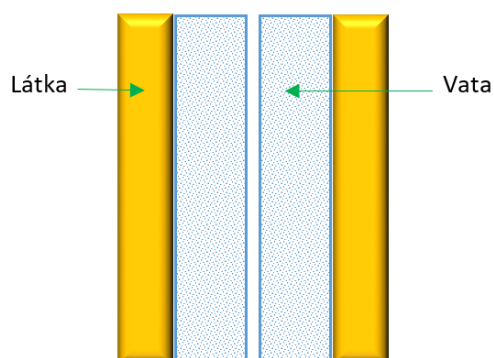
Po vychladnutí a vyjmutí vzorku se provede vizuální zhodnocení stavu materiálu z pohledu teplotní, rozměrové či strukturní degradace a výsledek se zaznamená.

Postup výroby vzorku

Vzduchová mezera mezi materiály se ve všech vzorcích rovná šířce rámu. Na rám jsou pomocí kovových sponek upevněné veškeré materiály. V otvoru pece je připojen rám s materiálem. Termočlánky se připevní k povrchu pomocí tepelně odolné příze.

Výroba vzorku č. 1

Pro test tepelné odolnosti byl vybrán vzorek tvořený dvěma vrstvami látky PROMAFLEX a dvěma vrstvami vaty ALSIFLEX. Vata byla připevněna k rámu pomocí nitě ALSIFLEX a tkanina byla připevněna k rámu kovovými sponkami. Do otvoru pece byl instalován rám s upevněnými materiály.



Obrázek 31: Vzorek č. 1, skladba vzorku jako vrstveného materiálu



Obrázek 32: Vzorek po vyjmutí z pece

Výroba vzorku č. 2

Další vzorek byl tvořený dvěma vrstvami tkaniny PROMAFLEX o tloušťce 1,37 mm. Vzduchová mezera mezi tkaninami se rovná tloušťce rámu a činí 60 mm. Rám s vloženými textiliemi je instalován v otvoru pece.



Obrázek 33: Vzorek před zkouškou

Výroba vzorku č. 3:

Poslední zkoušený vzorek byl tvořený dvěma vrstvami tkaniny PROMAFLEX a jednou vrstvou ocelové folie HOLEX. Fólie HOLEX je na rám připevněna sponkami na jedné straně. Rám s upevněnými materiály je instalován v otvoru pece ocelové folie HOLEX dovnitř pece. Vzorek folie by měl výrazně snížit přenos tepla sáláním.



Obrázek 34: Vzorek č.3

2.2.2 Mechanické zkoušky

2.2.2.1 Zkouška pevnosti a tažnosti

Vzhledem k tomu, že výrobce pevnost a tažnost materiálu neuvádí, přičemž je pro konstrukci protipožárních vrat zásadní, byla tato zkouška provedena pro základní odhad odolnosti při zatížení vlastní vahou a přidanými konstrukcemi.

Tato zkouška je nejrozšířenější statickou zkouškou. Je nutná téměř u všech technických materiálů, protože díky ní získáme některé základní charakteristiky potřebné pro výpočet konstrukčních prvků a volbu vhodného materiálu.

Použité testovací zařízení

Univerzální elektromechanický zkušební stroj LabTest 4.050 je určený pro mechanické zkoušky v tahu, tlaku a ohybu při namáhání vzorků i celých výrobků. Jednosloupové stolní nebo stojanové provedení má kapacitu 5 kN. Díky tomuto stroji lze odzkoušet jakýkoli vzorek či výrobek.

Typ stroje: LabTest 4.050

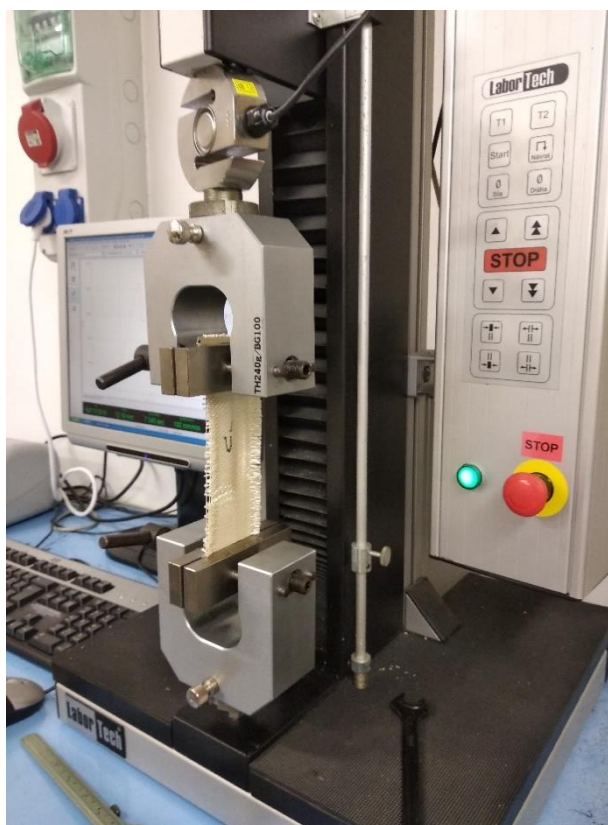
Hmotnost: 72 kg

Napětí: 230V, 50Hz

Maximální zatížení: 5kN

Příkon: 300VA

Rychlost pohybu příčnicku: 0,1 - 1000 mm/min



Obrázek 35: LabTest 4.050

Příprava vzorků a způsob provedení zkoušky

Z každého laboratorního vzorku se vystříhnou dvě sady zkušebních vzorků, jedna sada po osnově a druhá po útku (nebo ve směru výroby, a kolmo ke směru výroby). Každá sada musí obsahovat minimálně pět zkušebních vzorků, kromě případu, kdy je vyžadována vyšší úroveň přesností, pak musí být odzkoušeno více vzorků. Zkušební vzorky musí být odebrány ve vzdálenosti minimálně 150 mm od okrajů laboratorního vzorku. Žádný zkušební vzorek odebraný ve směru osnovy nesmí obsahovat stejné osnovní nitě a žádný vzorek odebraný ve směru útku nesmí obsahovat stejné útkové nitě. Šířka každého zkušebního vzorku je 50 mm ± 0.5 mm (kromě trásní). Délka zkušebního vzorku musí být taková, aby vyhovovala pro upínací délku 200 mm, kromě textilií, u kterých je podezření nebo je z předešlých zkušeností známo, že tažnost při maximální síle bude vyšší než 75 %, u těchto textilií je upínací délka 100 mm. Zkušební vzorky, jejichž šířka je jiná než preferovaná šířka 50 mm, mohou být zkoušeny na základě dohod zainteresovaných stran. V těchto případech musí být šířka zkušebního vzorku uvedena v protokolu o zkoušce. U tkanin musí být každý zkušební vzorek vystřižen tak, aby jeho délka byla rovnoběžná s osnovou nebo s útkem plošné textilie a musí mít dostatečnou šířku, aby se mohly vytvořit potřebné trásně. Z obou delších stran vystřiženého proužku se odstraňuje přibližně stejný počet nití. Šířka trásní musí při zkoušce zabránit vypadávání podélných nití z trásní. U zkušebního vzorku se vypárají nitě co nejblíže k požadované šířce.

Vzorky pro stanovení pevnosti a tažnosti byly připraveny podle normy ČSN EN ISO 13934-1. Norma stanovuje šířku vzorku ± 50 mm a upínací délku do 200 mm. Potřebná šířka byla docílena postupným vyparáváním útkových, resp. osnovních nití v závislosti na směru vzorku. Ve směru osnovy je vzorek 50 mm široký, 160 mm dlouhý a 1,37 mm silný.

Na zkušebním trhacím přístroji se nastaví rychlost posuvu ve vztahu k tažnosti nebo prodloužení jako funkce plošné textilie při maximální síle.

Tabulka 3: Rychlost protažení nebo prodloužení

Upínací délka [mm]	Tažnost textilie při maximální síle [%]	Rychlost protažení [%/min]	Rychlost prodloužení [mm/min]
200	<8	10	20
200	>8 až <75	50	100
100	>75	100	100

V našem případě došlo k odchylce od normy, aplikovaná upínací délka byla 100 mm.

Pohyblivá svorka se uvede do chodu a zkušební vzorek se napíná až do přetrhu. Zaznamená se a) maximální síla a v případě požadavku i síla při přetrhu v Newtonech, b) prodloužení v milimetrech nebo tažnost v procentech při maximální síle a v případě požadavku i síla při přetrhu.[14]

2.2.2.2 Zkouška cyklickým ohybem přes ostrou hranu

Použité zařízení

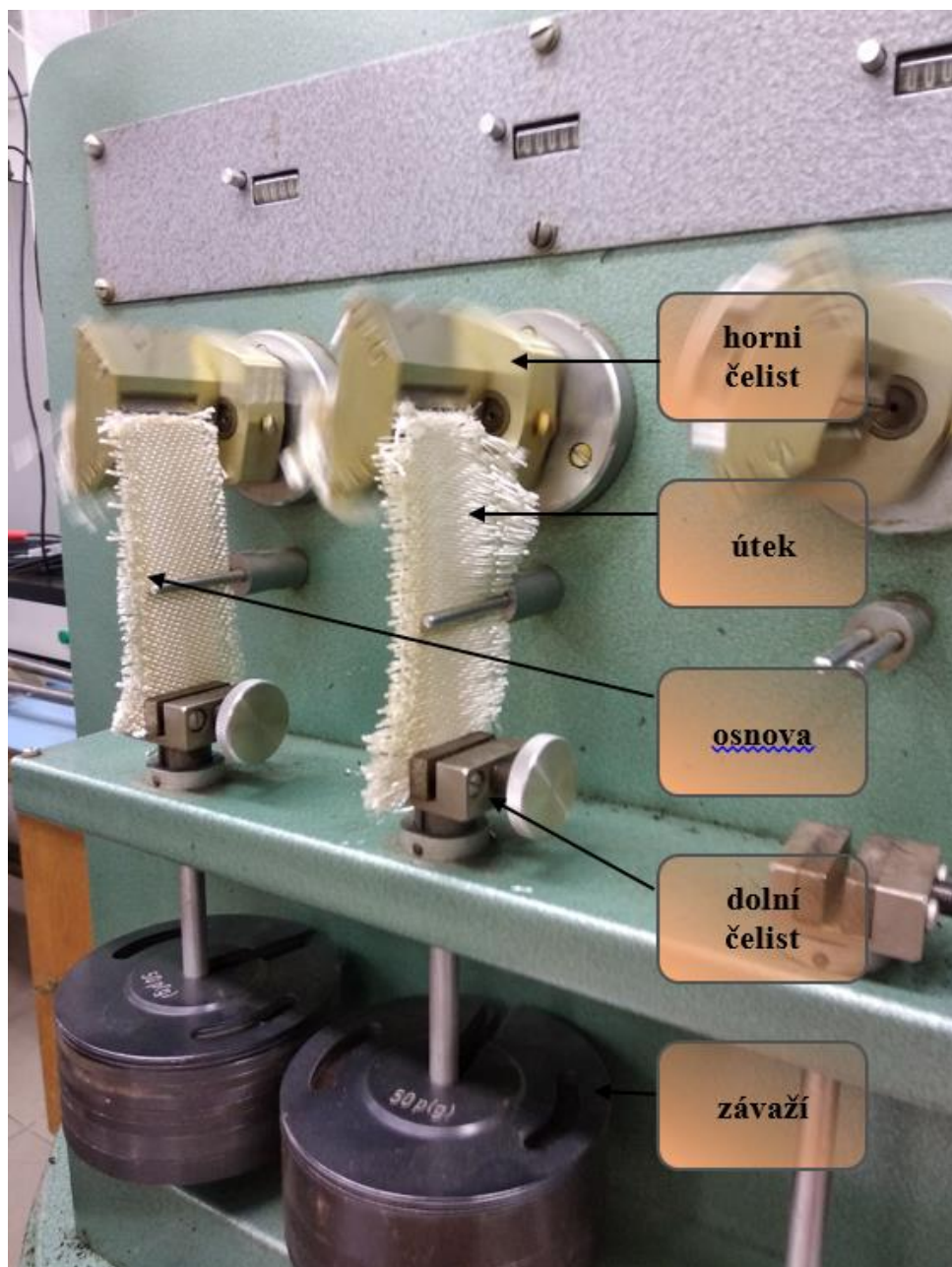
Pro měření materiálu byl použit přístroj № 672/6 společnosti VEB WERKSTOFFPRÜF-MASCHINEN LEIPZIG. Vzorek je sevřen mezi čelistmi, přičemž na něj působí požadované zatížení. Čelist přístroje se střídavě otáčí z původní pozice do krajní polohy vždy o 90°. Jedná se o extrémní způsob namáhání, který u takového výrobku, jako jsou textilní vrata, pravděpodobně nemůže nastat, nicméně z jeho výsledků lze usuzovat na odolnost při mnohačetném ohybu.



Obrázek 36: Čelist stroje

Experimentální vzorek

Velikost vzorku je 10 mm na šířku a 30 mm na délku aplikováno ve směru osnovy a útku. Rozměr vzorku závisí na rozměrech čelisti a délky upínací části zatížení



Obrázek 37: Zkouška cyklickým ohybem přes ostrou hranu

2.2.2.3 Zkouška odolnosti při cyklickém navíjení

Odhad působícího zatížení hmotnosti závaží – 2,5 kg. Hmotnost byla odhadnuta podle přibližně sečtené hmotnosti ocelových prvků a k tomu přičteného 0,5 kg závaží.

Příprava vzorku: Šířka vzorku je 200 mm po osnově a délka 2500 mm.

Provedení zkoušky máte zde dva různé popisy

Zkouška byla prováděna co nejblíže skutečným podmínkám. Tkanina byla navíjena na váleco průměru 100 mm rychlostí 100 mm/s. Počet cyklů dosáhl počtu 10000 opakování, aniž by se textilie poškodila.



Obrázek 38: Zkouška ohybem

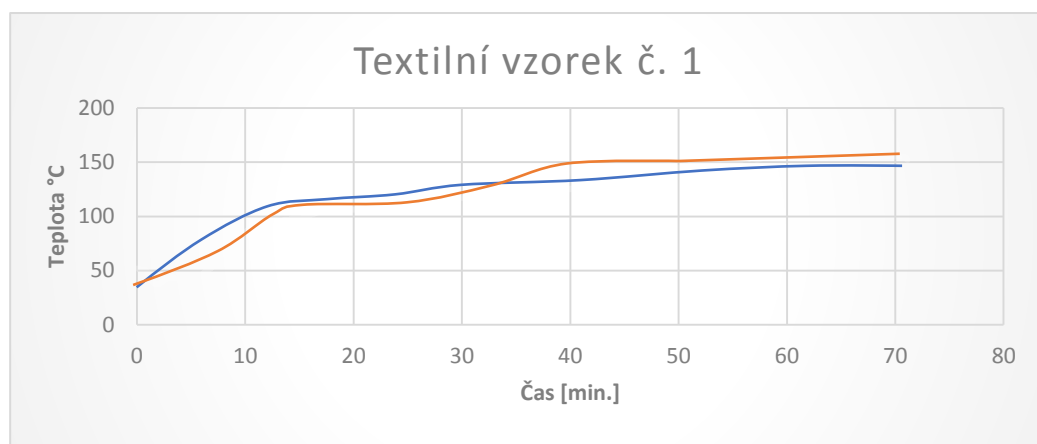
2.3 Výsledky

2.3.1 Výsledky požární zkoušky

Na zmenšeném modelu vrat jsou diagonálně umístěny tři termočlánky snímající teplotu povrchu vrat. Hodnoty se spolu s křivkou teploty uvnitř pece zaznamenávají a kontrolují v průběhu testu. Rozhodující je okamžik, kdy alespoň na jednom z termočlánků dojde k nárůstu teploty o $140^{\circ}\text{C} + t_0$, kde t_0 je aktuální teplota prostředí. V okamžiku dosažení této teploty se odečítá čas od počátku zkoušky a ten se zaokrouhlí na nejbližších nižší hodnotu EI (15, 30, 45, 60, 90, 120). Tedy např. dosažených 84 minut odpovídá odolnosti EI 60.

Vzorek č. 1:

Vzorek vykazoval nízkou teplotu na povrchu vnější vrstvy kolem 150 stupňů po 70 minutách, což naznačuje, že tento vzorek je vhodný pro použití a bezpečnost protipožárních vrat. Má ale i nevýhody, jako je dodatečný objem, který zesiluje vzorek a zvyšuje objem a hmotnost vzorku.



Graf 3: Průběh teplot na povrchu vzorku č. 1 během zkoušky

Při realizaci experimentu byly provedeny 2 pokusy za stejných podmínek, které jsou znázorněny na grafu č. 3 různými barvami. Z grafů je zřejmé, že vzorek má odolnost EI 60, protože překročil hranici 140 stupňů přibližně za 60 minut po zahájení experimentu. Oba vzorky vykazovaly téměř identické výsledky.

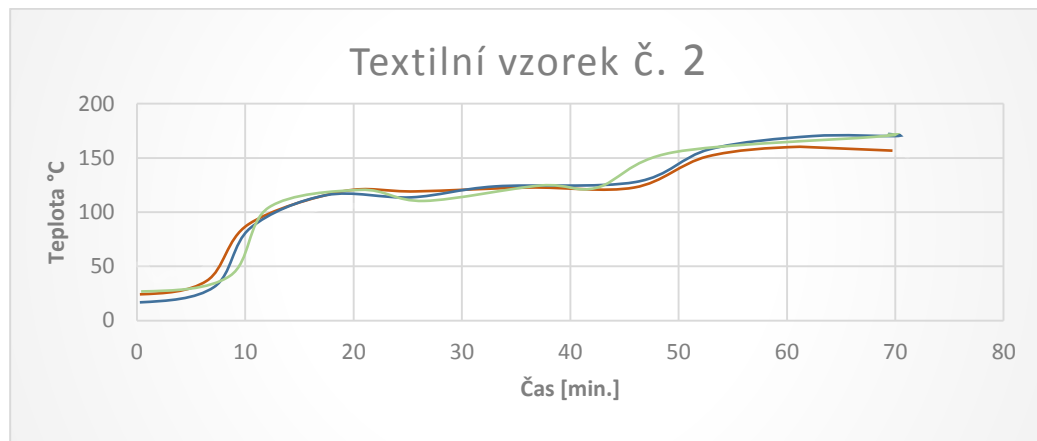


Obrázek 39: Ověření teploty dotykem při 60°C

Použití vaty s tloušťkou 12,7 mm bude vést ke zmenšení varianty pro návrhy vrat. Při navíjení tkaniny a vaty na válec se zvýší celkové rozměry a hmotnost konstrukce. Ve skládacích vratech to vede k neodůvodněným komplikacím konstrukce, jejich hmotnosti a rozměrů.

Vzorek č. 2:

Vzorek vykazoval teplotu na povrchu vnější vrstvy kolem 160 stupňů po 70 minutách, což ukazuje, že tento vzorek lze taktéž použít pro zajištění bezpečnosti protipožárních vrat. Výhodou je snadnost výroby vzorku a jeho nízká hmotnost.



Graf 4: Průběh teplot na povrchu vzorku č. 2 během zkoušky

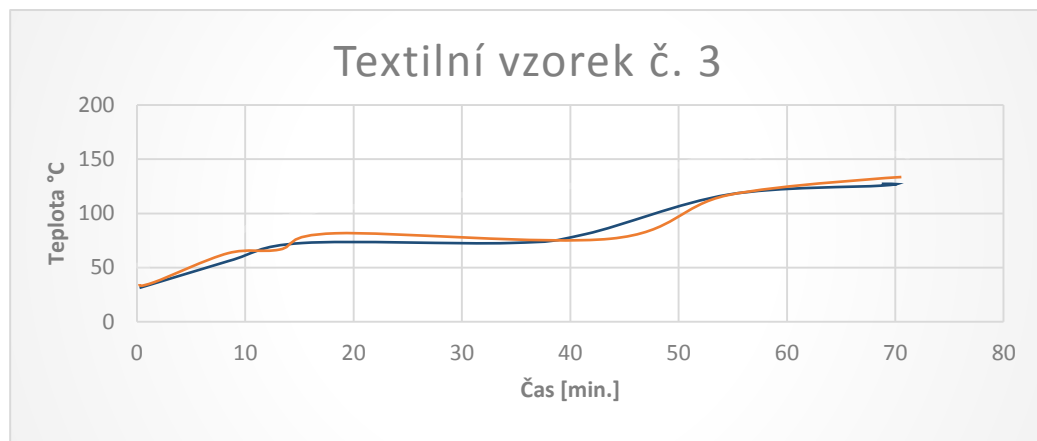
Graf č. 4 zobrazuje 3 pokusy, které jsou zobrazeny v různých barvách, se stejnou odolností, který se rovná EI 60. Použití tkaniny o tloušťce 1,37 mm je ideální pro téměř všechny typy konstrukcí vrat, což optimálně zajišťuje kombinaci celkových rozměrů, hmotnosti, objemu a jednoduchosti konstrukce vrat.



Obrázek 40: Vzorek po provedení zkoušky

Vzorek č. 3:

Teplota vnější vrstvy vzorku je kolem 135 stupňů díky ocelovému pásu připevněnému k materiálu ještě nižší než teplota druhého vzorku, protože ocel odráží teplo a zabraňuje radiačnímu přenosu tepla. Tím je zajištěna vyšší mechanická odolnost. Nevýhodou je komplikovanější výroba vzorku a tudíž i konstrukce. Je zde také významně vyšší ohybová tohost.



Graf 5: Průběh teplot na povrchu vzorku č. 3 během zkoušky

Dva pokusy uvedené v grafu č.5 ukázaly odolnost, která se rovná EI 60 jako v ostatních vzorcích.

Použití nerezového pásu HOLEX dodává žáruvzdorné fólii další tuhost a ostře omezuje konstrukci vrat. U skládacích konstrukcí je použití nerezového pásu nepříjemné. Při navíjení na válec způsobuje další složitost a horší vlastnosti konstrukce vrat. Pás HOLEX zabraňuje radiačnímu teplu a odráží ho, což zmenšuje sdílení tepla ve vzorku. Nejlepší varianta je protipožární látka s upevněným pásem HOLEX, který se zvedá a spouští jako jednodílná konstrukce.

Na základě teplotních a konstrukčních charakteristik protipožárních vrat vyvozujeme závěr, že optimální kombinace teplotních charakteristik a široká škála konstrukčních prvků protipožárních vrat umožňuje zvolit vzorek č. 2 jako univerzální a poskytující jak protipožární ochranu, tak širokou aplikovatelnost pro jakékoliv jednotlivé podmínky.

Po porovnání vzorků lze usoudit, že nejvhodnější pro protipožární vrata je vzorek č. 2, který má dostatečnou tepelnou izolaci pro zajištění bezpečnosti, ale není zátěžový. Vzorek č. 3 má lepší mechanické vlastnosti, ale konstrukce vrat je pro takový vzorek komplikovanější.

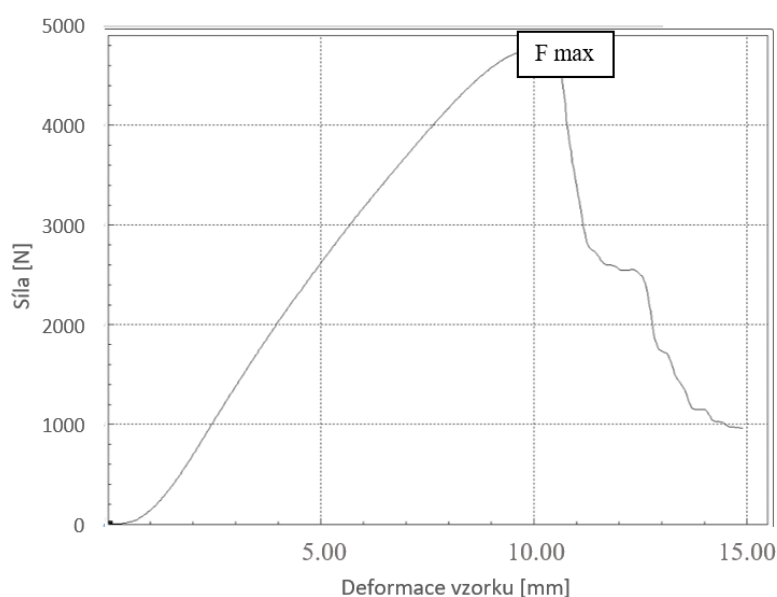
2.3.2 Výsledky měření mechanických zkoušek

2.3.2.1 Výsledky zkoušky pevnosti a tažnosti

Nejprve byla textilie zatěžována ve směru osnovy. Při prvotním zatížení vykazuje poměrně velké protažení, které je dáno strukturou materiálu. Poté je průběh zatěžovací křivky lineární až do hodnoty přibližně $0,95 F_{\max}$. Následuje destrukce prvních nití doprovázená poklesem napětí. Z tabulky je vidět, že síla do přetrhu je vysoká, a látka o šířce 1 m může přenést sílu až 9700 N. Tyto výsledky se využijí při kontrole únosnosti celé konstrukce vrat. Všechny výsledky testů jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Výsledky testů ve směru osnovy

Směr namáhání	Protažení	Síla do přetrhu		Práce do přetrhu	
	Amax [%]	Fmax [N]	Fmax [kN/m]	W [J]	W [J/m]
Osnova	$9,98 \pm 1,32$	$4760,71 \pm 285,6$	$95,214 \pm 4,36$	$24,83 \pm 2,32$	$496,6 \pm 46,4$



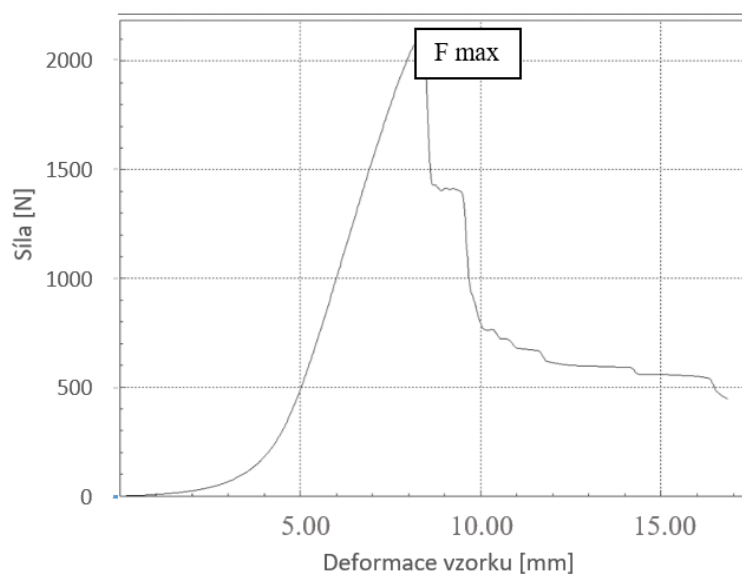
Graf 6: Průběh zatěžovací zkoušky vzorku ve směru osnovy

Při zatěžování ve směru útku při prvotním zatížení textilie vykazuje o hodně větší protažení než ve směru osnovy, počáteční modul tedy bude nižší. Průběh zatěžovací křivky je lineární a rychle rostoucí, ale přenese jen přibližně dvakrát menší sílu.

Z tabulky je vidět, že máme stále velkou sílu do přetrhu. To znamená, že látka o šířce 1 m může přenést do síly až 4400 N. Všechny výsledky testů jsou uvedeny v tabulce 5.

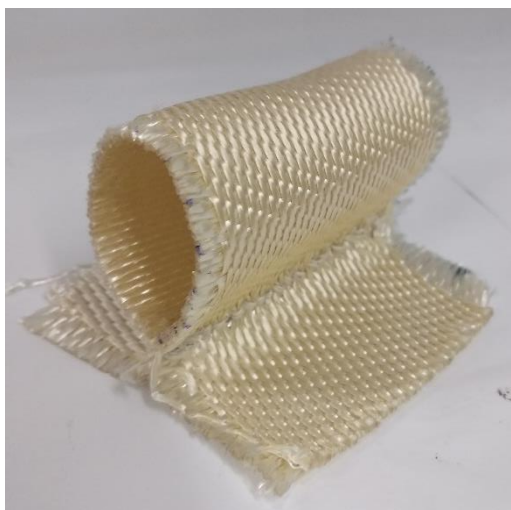
Tabulka 5: Výsledky testů ve směru útku

Směr namáhání	Protažení	Síla do přetrhu		Práce do přetrhu	
Útek	Amax [%]	Fmax [N]	Fmax [kN/m]	W [J]	W [J/m]
	10,13±1,42	2155,32±137,62	43,11±2,75	12,83± 1,72	256,6±32,7



Graf 7: Průběh zatěžovací zkoušky vzorku ve směru útku

Na závěr byla provedena zkouška pevnosti švu, aby se získaly lepší závěry o tom, jakou sílu přeneše látka v případě, že bude opatřena z důvodu konstrukce šitými spoji. Důvodem je předpoklad tvorby kapsy, do které může být vložen nosný či výztužný prvek. Látka byla sešita pomocí nitě ALSIFLEX.

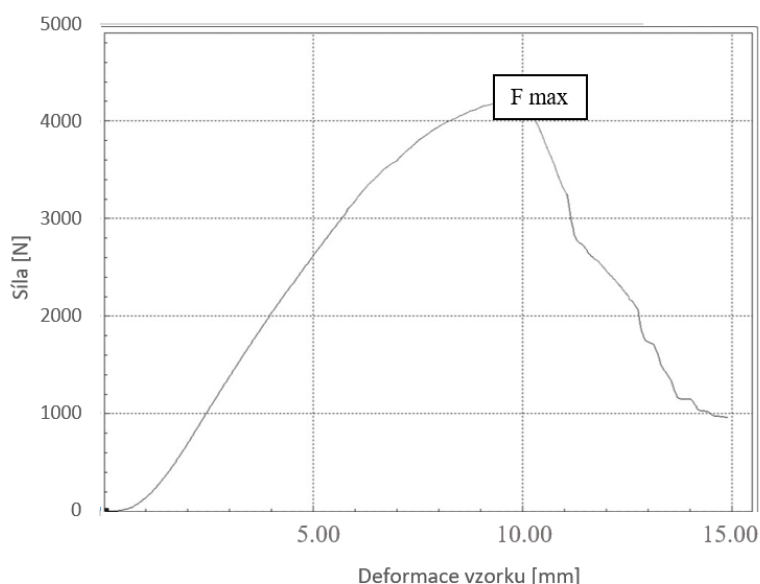


Obrázek 41: Zkouška pevnosti švu

Zkoušky pevnosti švu byly provedeny pro oba směry textilie, avšak předpokládá se pouze provedení švu při zatěžování ve směru osnova. Při porovnání sešitého a nesešitého vzorku lze usoudit, že sešitá textilie má nižší pevnost o 12%, ale tkanina stále může přenést sílu 8500 N. Průběh zatěžovací křivky je téměř lineární až do hodnoty přibližně $0,85 F_{\max}$. Z tabulky 6 a grafu 8 je zřejmé, že pevnost textilie je stále velmi vysoká. Všechny výsledky testů jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6: Výsledky testů pevnosti švu ve směru osnova

Směr namáhání	Protažení	Síla do přetrhu		Práce do přetrhu	
Osnova	Amax [%]	Fmax [N]	Fmax [kN/m]	W [J]	W [J/m]
	11,37±1,51	4156,73±243,2	83,134±4,25	22,83± 2,14	456,6±41,3

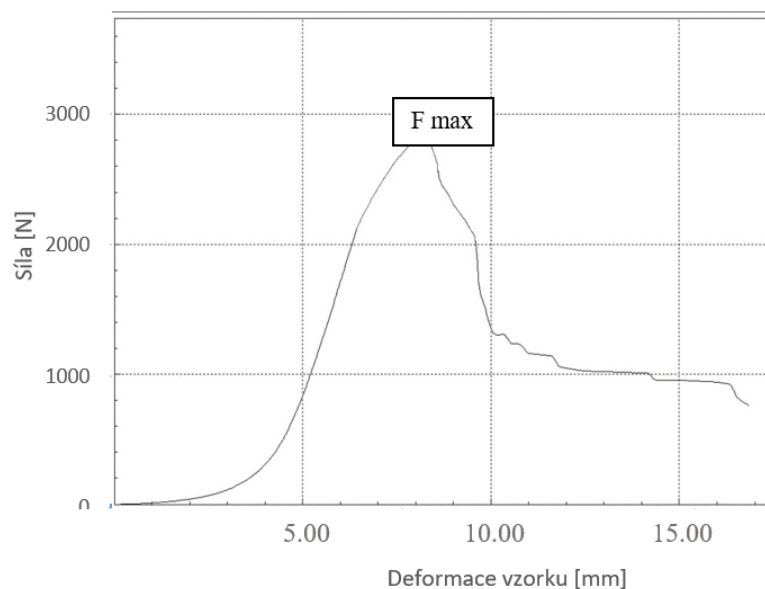


Graf 8: Průběh zatěžovací zkoušky pevnosti švu ve směru osnova

Ve směru útku bylo zjištěno, že se látka začala trhat už od 50 N, nakonec se roztrhla na hodnotě 1835 N, z čehož lze usoudit, že konstrukce ve směru útku by se neměla pro tento účel používat. Z tabulky je vidět, že pevnost textilie je velmi vysoká, což znamená, že 1 m látky přenést 3700 N. Průběh zatěžovací křivky je téměř lineární. Všechny výsledky testů jsou uvedeny v tabulce 7.

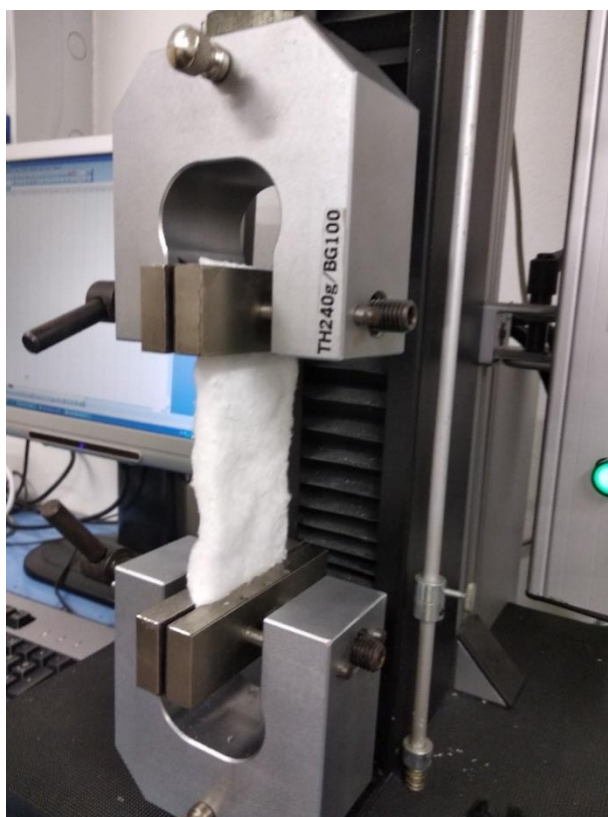
Tabulka 7: Výsledky testů pevnosti švu ve směru útku

Směr namáhání	Protažení	Síla do přetrhu		Práce do přetrhu	
Útek	Amax [%]	Fmax [N]	Fmax [kN/m]	W [J]	W [J/m]
	10,45±1,49	1835,71±114,31	36,714±2,35	11,33± 1,42	226,6±30,7



Graf 9: Průběh zatěžovací zkoušky pevnosti švu ve směru útku

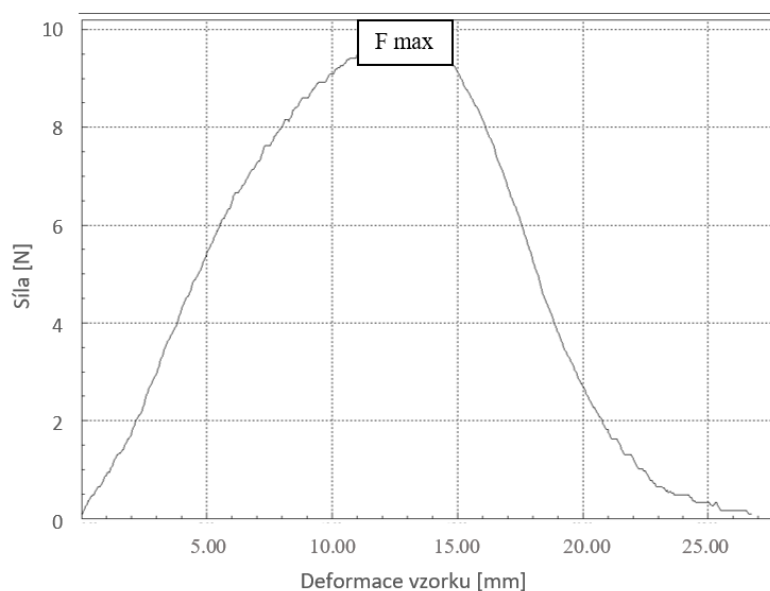
Vata ALSIFLEX při prvotním zatížení vykazuje velké protažení, které je dáno strukturou materiálu. Pevnost materiálu je malá, a proto můžeme říct, že tento materiál nemůže být používán bez výztuže, ale pouze jako dodatečný. Průběh zatěžovací křivky je téměř lineární, kromě místa přibližování k síle přetrhu. Z tabulky je vidět, že máme malou pevnost, což znamená, že látka o šířce 1 m může přenést sílu jen 20 N. Tyto výsledky lze použít jako parametry při konstrukci vrat. Všechny výsledky testů jsou uvedeny v tabulce 8.



Obrázek 42: Vata

Tabulka 8: Výsledky testů u vzorku vaty

Směr namáhání	Protažení	Síla do přetrhu		Práce do přetrhu	
	Amax [%]	Fmax [N]	Fmax [kN/m]	W [J]	W [J/m]
Vata	12,54±,63	9,9±49,5	0,198±0,001	0,08± 0,004	1,6±0,08



Graf 10: Průběh zatěžovací zkoušky u vzorku vaty

Tkanina PROMAFLEX byla testována ve směru osnovy a směru útku. V důsledku měření bylo zjištěno, že textilie může po osnově přenést sílu až do 95,214 kN/m, tzn., že může přenést váhu až do 9700 N. Kapitola č. 7 se bude zabývat výpočtem hmotnosti jedné vrstvy materiálu, která přenesne látku.

Odhad únosnosti textilie

Po provedení předepsaného počtu cyklů byla textilie podrobena zkoušce pevnosti a tažnosti. Bylo zjištěno, že pevnost poklesne z původních 95,214 kN/m na 83,134 kN/m, což představuje pokles o 12 procent. Taktéž se mírně prodloužila tažnost a to z původních 9,98 % na 11,37 %. To představuje zvýšení tažnosti o 16 procent. Z výsledků zkoušek mechanické odolnosti látky PROMAFLEX ve směru osnovy můžeme vyvozovat, že látka odolává mechanické zkoušce v tahu, zkoušce cyklickým ohybem a zkoušce odolnosti při navíjení a je proto vhodná pro další konstrukce.

2.3.2.2 Výsledky měření cyklickým ohybem přes ostrou hranu

Nejprve byl naměřen počet cyklů otáček za minutu, což bylo 100 jednotek. Poté byl materiál upnut do čelistí a přístroj byl uveden do chodu. Zároveň se zapnutím přístroje byly spuštěny stopky, které změřily přesně, kdy se látka protrhla.

V tomto případě to bylo 10 minut a 5 sekund ve směru osnovy, což znamená, že materiál přežil 1013 cyklů extrémního otáčení. Ve směru útku to bylo 3 minuty a 35 sekund. Materiál tedy vydržel 358 otáček.

Co bylo v průběhu zkoušky pozorováno na vzorku 1. útku, 2. osnovy:

Obr. 43 ukazuje vzorek ve směru osnovy po částečném přetrhu osnovních nití. Vzorek je stále schopen přenášet aplikované zatížení, nicméně jeho celistvost je již narušena a v případě požáru by docházelo k průniku plamene trhlinou v materiálu.



Obrázek 43: Vzorek ve směru osnovy po zkoušce

Ke konci měření bylo zjištěno, že tkanina může odolat více než 1000 cyklům. To ukazuje, že životnost materiálu i při takto extrémním provedení testu je velmi vysoká.

2.3.2.3 Výsledky měření zkoušky odolnosti při cyklickém navíjení

Zkoušky byly prováděny co nejbližší skutečným provozním podmínkám protipožárních vrat. Navíjení látky PROMAFLEX na válec bylo prováděno rychlostí 100 mm/s, přičemž navíjecí válec měl průměr 100 mm. Celkem bylo provedeno 10 000 cyklů. Po zkoušce byla provedena vizuální kontrola stavu látky. Na experimentálních vzorcích látky po 10 000 cyklech nebylo pozorováno viditelné poškození ani viditelné vady látky. Látka PROMAFLEX vykazovala velmi dobré výsledky odolávající 10 000 cyklů a je vhodná pro použití na protipožárních dveřích.

2.4 Návrhy provedení izolační vrstvy

2.4.1 Varianta1 – Roleta

U rolovacích vrat je použita jednoduchá a trvanlivá konstrukce. Konstrukce krycí látky se skládá z 2 protipožárních vrstev, které jsou od sebe odděleny dostatečně velkou vzduchovou mezerou a díky tomu má dobré tepelně izolační vlastnosti. Jedná se o hladkou vrstvu, která se navíjí na válec.

Rolovací vrata jsou určena pro prostory s náročným každodenním provozem. Jsou vhodná zejména jako uzávěr velkých stavebních otvorů, protože zabírají pouze malý prostor nad otvorem.

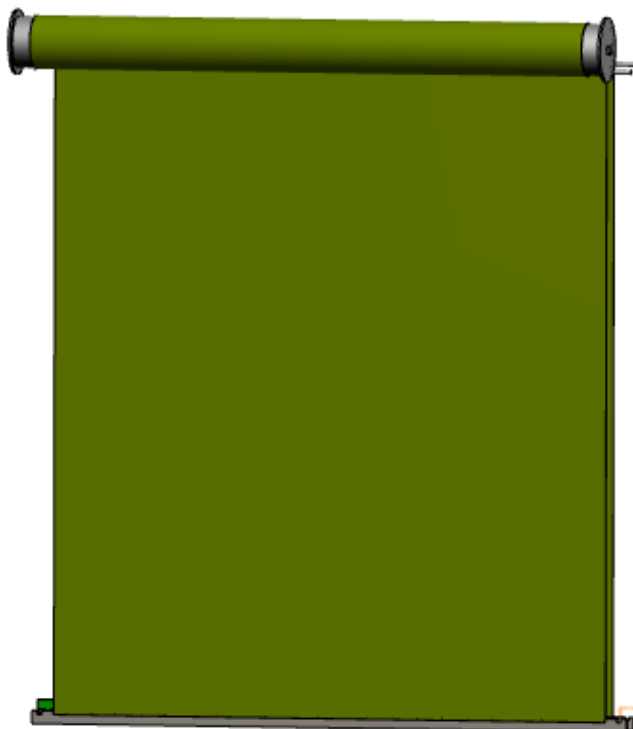
Textilní roletové požární uzávěry se používají k oddělení dvou sousedních požárních úseků v případě požáru, případně k eliminaci požárně nebezpečného prostoru při zachování otvorů v obvodovém plášti objektu. Za normálních okolností je textilie navinuta v krytu, který je umístěn tak, aby nepřekážel běžnému provozu (obvykle nad podhledem). Uzávěr tak nevyžaduje žádný větší prostor po stranách otvoru. Rolovací vrata jsou spolehlivý mechanismus pro těsné uzavření otvoru pro vstup.

Výhody průmyslových rolovacích vrat:

- Vynikající tepelně-izolační vlastnosti.
- Dokonalé utěsnění po celém obvodu, (ne v našem případě).
- Mají minimální nároky na prostor – vrata se navíjí do horního boxu nad prostorem.
- Nenáročná montáž – vrata nevyžadují žádnou složitou konstrukci pod stropem.
- Jednoduché ovládání a bezpečná manipulace.

Nevýhody:

- Gravitační stahování je funkční jen při správné volbě hmotnosti tyče.
- Možné problémy s váznutím tyče ve vedení (tyč se vzpříčí).
- Malá tuhost v ploše.



Obrázek 44: Roleta

2.4.2 Varianta 2 – Lamela (harmonika)

Vrata jsou zhotovena ze skládací konstrukce, která je obalená lakovanou textilií. Skládací vrata jsou charakteristická lamelami, které se pohybují na vodicích lištách. Lamely se skládají jako harmonika pomocí elektrického pohonu, proto nezabírají téměř žádný prostor.

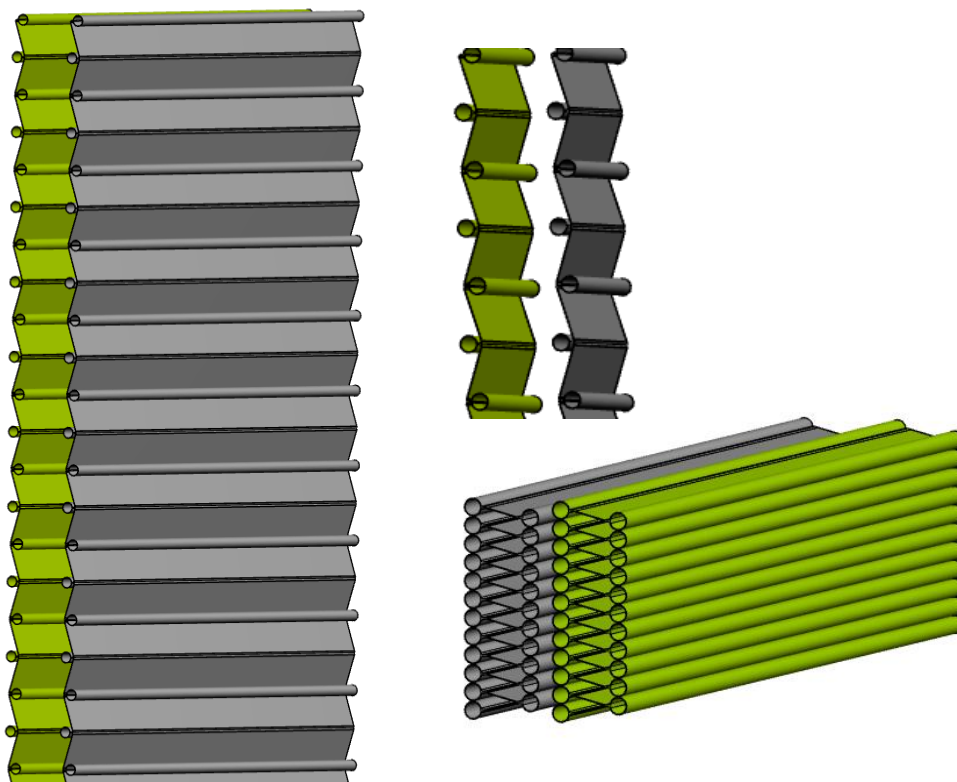
Konstrukce vrat se skládá z protipožární látky, která obsahuje vodorovné upevňující trubky nebo švy pro zvýšení pevnosti konstrukce. Okraje látky jsou fixovány v lištách, které jsou spuštěny a zvednuty ve vodicích drážkách vrat.

Výhody:

- Vynikající tepelně-izolační vlastnosti, dokonalé utěsnění po celém obvodu.
- Mají minimální nároky na prostor - vrata se navíjí do horního boxu nad prostorem.
- Jednoduché ovládání a bezpečná manipulace.
- Dlouhá životnost – komponenty pro výrobu vrat jsou určeny pro vysoké provozní zatížení.
- Pevnost konstrukce.

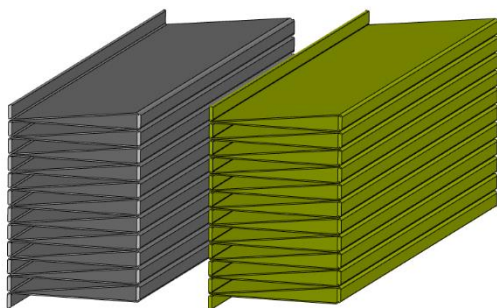
Nevýhody:

- Vyšší tuhost v porovnání s předchozí variantou, ale stále poměrně nízká.
- Nutná dostatečná pevnost švu, protože v případě roztržení by vrstva se ztratila své izolační schopnosti.

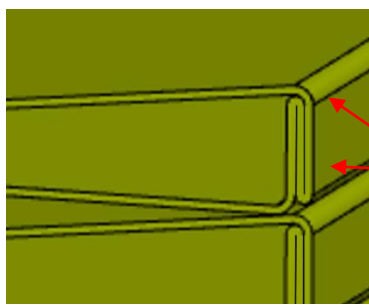


Obrázek 45: Lamela 1

Nebo



Obrázek 46: Lamela 2



švy

Obrázek 47: Švy

2.4.3 Varianta 3 – Symetrické lamely

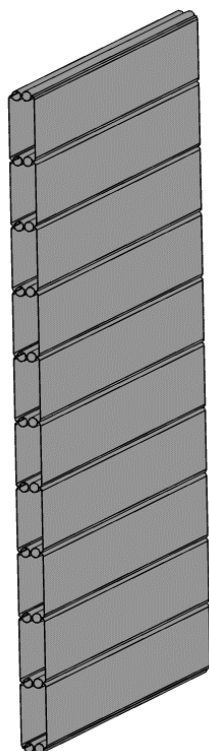
Tato robustní konstrukce je vhodná pro jakékoliv zatížení, do jakéhokoliv prostředí a má vynikající tepelně-izolační a mechanické vlastnosti (vysoký stupeň odolnosti proti tlaku). Konstrukce je dalším typem úzávěrů, které se vyznačují vysokou odolností a životností a poskytují nejvyšší třídu ochrany. Konstrukce vrat je tvořena sekcemi rámové konstrukce, dále pak směrem nahoru ze skládacích částí. Konstrukce je zvednuta a spuštěna pomocí dvou tažných lan, která jsou upevněna na rotujícím válci.

Výhody průmyslových rolovacích vrat:

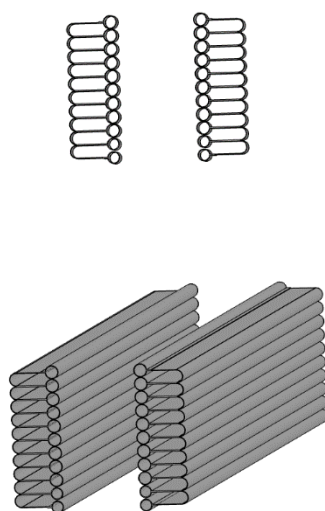
- Dlouhá životnost – komponenty pro výrobu vrat jsou určeny pro vysoké provozní zatížení.
- Vysoká pevnost konstrukce.

Nevýhody:

- Hmotnost konstrukce v důsledku vodicích tyčí či trubek.
- Vyšší cena.



Obrázek 48: Konstrukce v otevřeném stavu s látkou



Obrázek 49: Konstrukce v zavřeném stavu s látkou

2.4.4 Konstrukce 4– Skládací látka

Tato konstrukce je jednoduchá a trvanlivá, zvedá se pomocí lan, která se táhnou mezi otvory v tkanině umístěné ve stejné vzdálenosti. Otevírání a zavírání brány se provádí pomocí tažného lana připevněného k válci. V protipožární látce jsou otvory chráněny kovovými kroužky, kterými se tkanina táhne a skládá. Při otáčení válce elektrickým motorem se tažná lana navíjí na válec, a tím zvednou nebo spustí vrata. To vede k vytvoření rovnoměrných skladů. Napnutá lana mají dvě funkce:

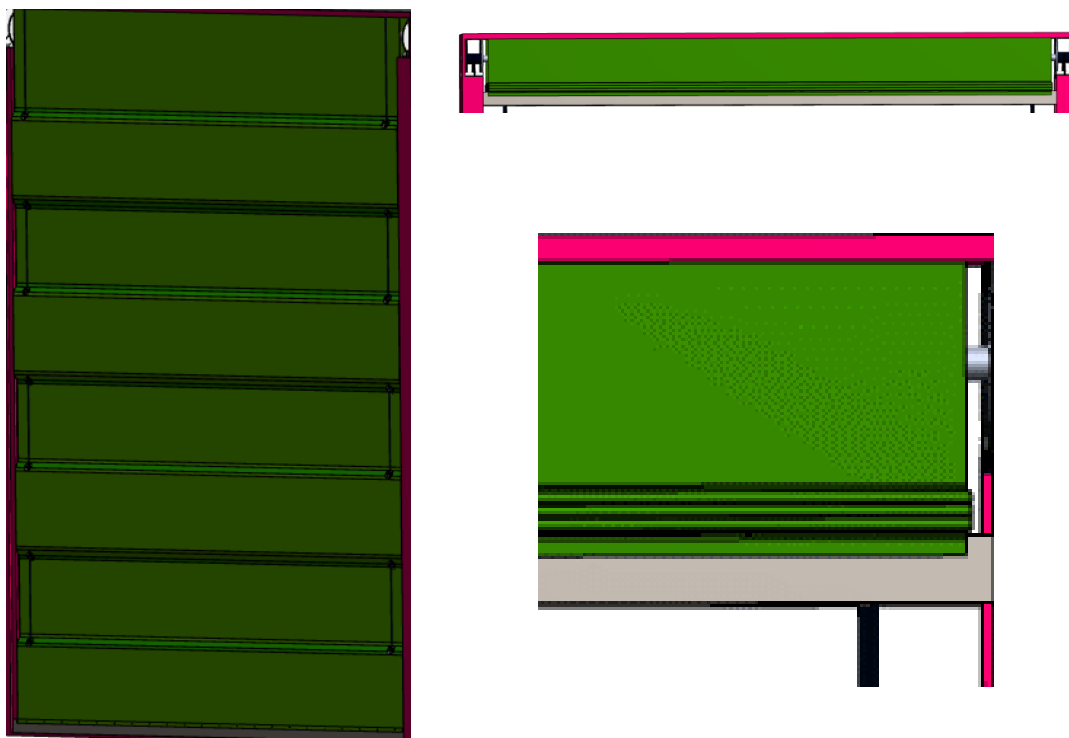
- Vodicí drážky jsou pro skládání látky.
- Zajišťují dodatečnou tuhost v případě poklesu tlaku, protože tkanina je upevněna na okrajích lany.

Výhody:

- Vynikající tepelně-izolační vlastnosti, dokonalé utěsnění po celém obvodu.
- Mají minimální nároky na prostor – vrata se navíjí do horního boxu nad prostorem.
- Jednoduché ovládání a bezpečná manipulace.

Nevýhody:

- Nízká ohybová tuhost.
- Možné problémy s utěsněním.



Obrázek 50: Skládací látka

2.5 Návrh zvedacího mechanismu

2.5.1 Navíjení s gravitačním spuštěním

2.5.1.1 Konstrukce 1.1:

Konstrukce vrat se skládá ze 2 protipožárních vrstev, navíjecího mechanismu, elektrického pohonu, ochranných krytů a vodicích drážek, ve kterých se ochranná tkanina pohybuje (zvedá a spouští). Dále obsahuje válec, který odděluje jednu vrstvu látky od druhé.

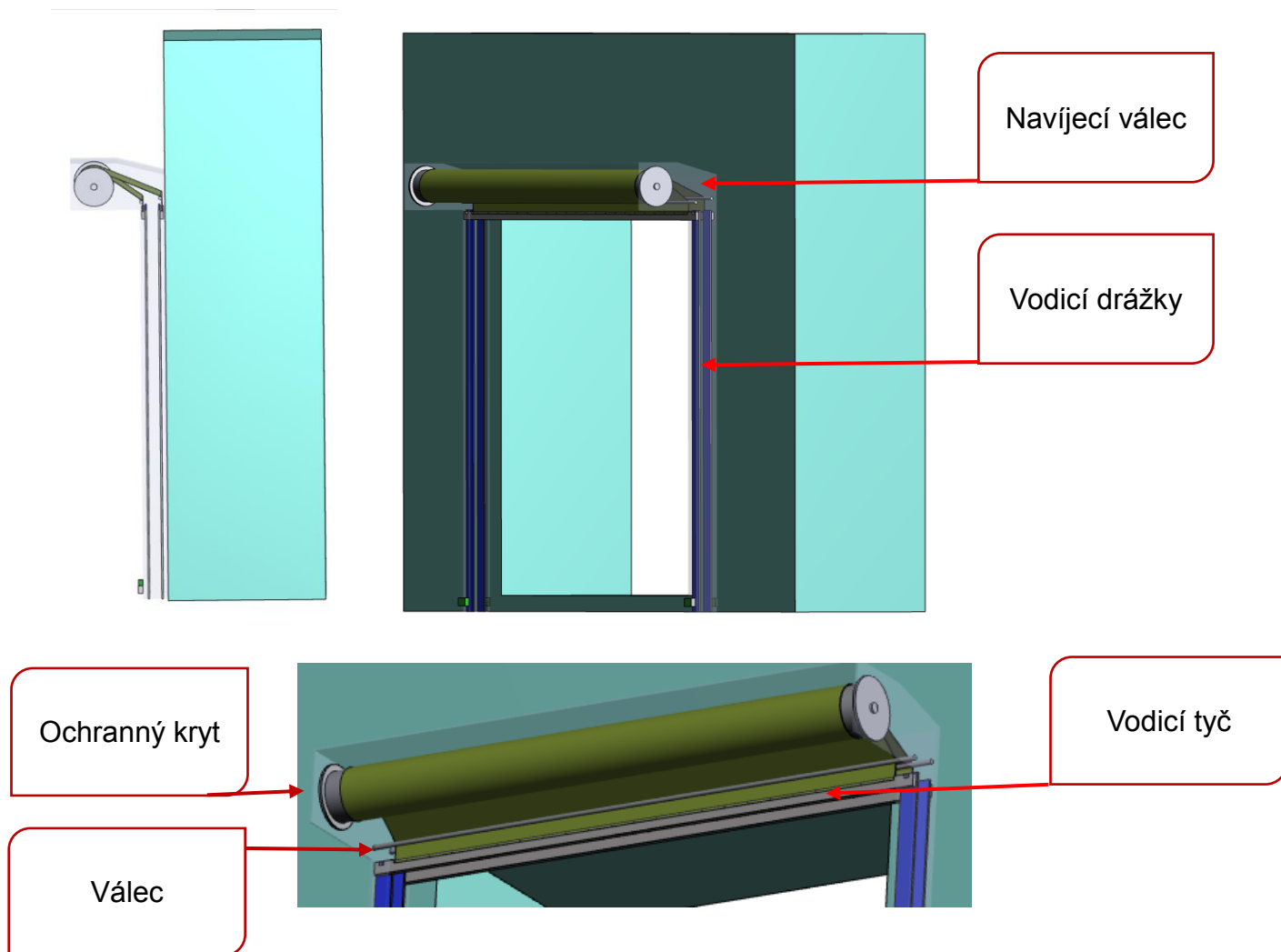
Princip funkce: elektromotor otáčí navíjecím válcem, čímž navíjí ochrannou látku a vrata se otevírají. Při odvíjení dochází k zavírání vrat. Obě látky se pohybují ve své vodicí drážce. Ochranná látka je stahována gravitačně v důsledku hmotnosti vodicí tyče upevněné na jejím spodním konci.

Výhody:

- Jednoduchost konstrukce.
- Nízké náklady na výrobu a instalaci.
- Malé rozměry, jak z pohledu hloubky konstrukce, tak i rozměry návinu po otevření vrat.
- Nízká cena navíjecího mechanismu.
- Nízká spotřeba elektrické energie.

Nevýhody:

- Vodicí tyč může váznout ve vedení např. vlivem nečistot apod.
- Nedostatečné utěsnění mezi podlahou a textilií.



Obrázek 51: Navíjení s gravitačním spuštěním

2.5.1.2 Konstrukce 1.2:

Konstrukce vrat se skládá z 2 protipožárních vrstev, navíjecího mechanismu, elektrického pohonu, ochranných krytů a vodících drážek, ve kterých se ochranná tkanina pohybuje (zvedá a spouští). Vodicí tyče v dolní části jsou od sebe vzdáleny 100 mm.

Princip funkce: elektromotor otáčí navíjecím válcem, čímž navíjí ochrannou látku a vrata se otevírají. Při odvíjení dochází k zavírání vrat. Každá látka se pohybuje ve své vodící drážce. Ochranná látka je stahována gravitačně v důsledku hmotnosti vodící tyče upevněné na jejím spodním konci.

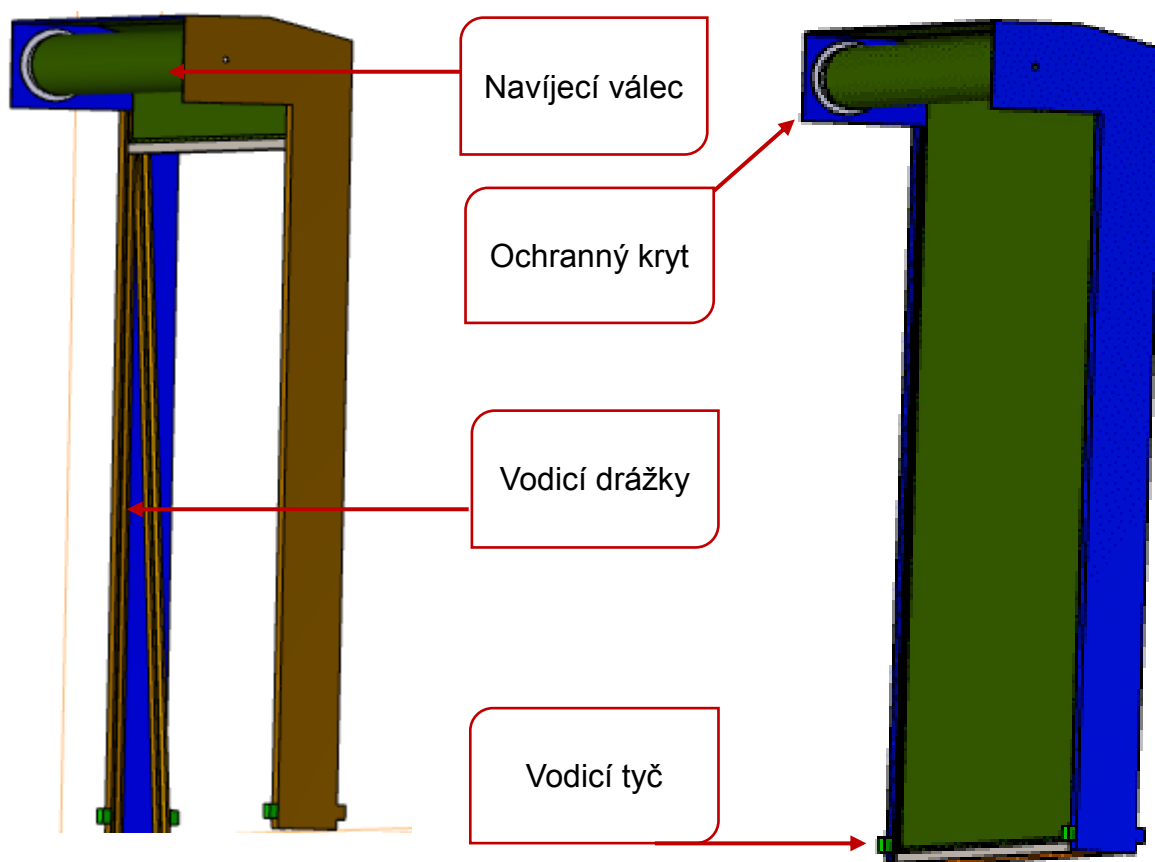
Výhody:

- Jednoduchost konstrukce.
- Nízké náklady na výrobu a instalaci.

- Malé rozměry, jak z pohledu hloubky konstrukce, tak i rozměry návinu po otevření vrat.
- Nízká cena navíjecího mechanismu.
- Nízká spotřeba elektrické energie.

Nevýhody:

- Zvolený materiál má malou vzdálenost mezi horními částmi vodicích drážek, což způsobí větší ohřívání vrat v horní části.



Obrázek 52: Konstrukce 1.2

2.5.1.3 Konstrukce 1.3:

Konstrukce vrat se skládá z protipožární látky, která má vodorovné švy pro zpevnění a zajištění jejích bočních lišt. Okraje látky jsou fixovány v lištách, které jsou spuštěny a zvednuty ve vodicích drážkách vrat. Otvírání a zavírání brány se provádí pomocí tažného lana připevněného k válci. Když je válec otáčen elektrickým motorem, tažná lana se navíjí na válec a zvednou nebo spustí vrata.

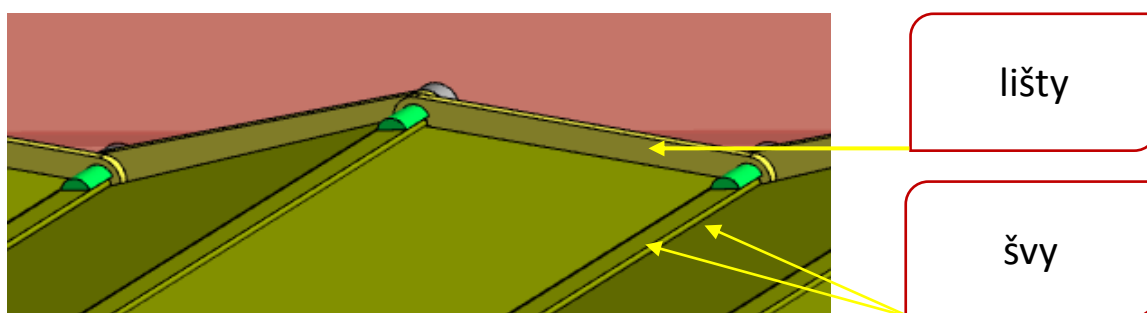
Princip funkce: Otáčející se válec navíjí lana, čímž způsobí otevírání nebo zavírání vrat složením lišt a protipožární látky. Vrata se zavírají vlastní vahou.

Výhody:

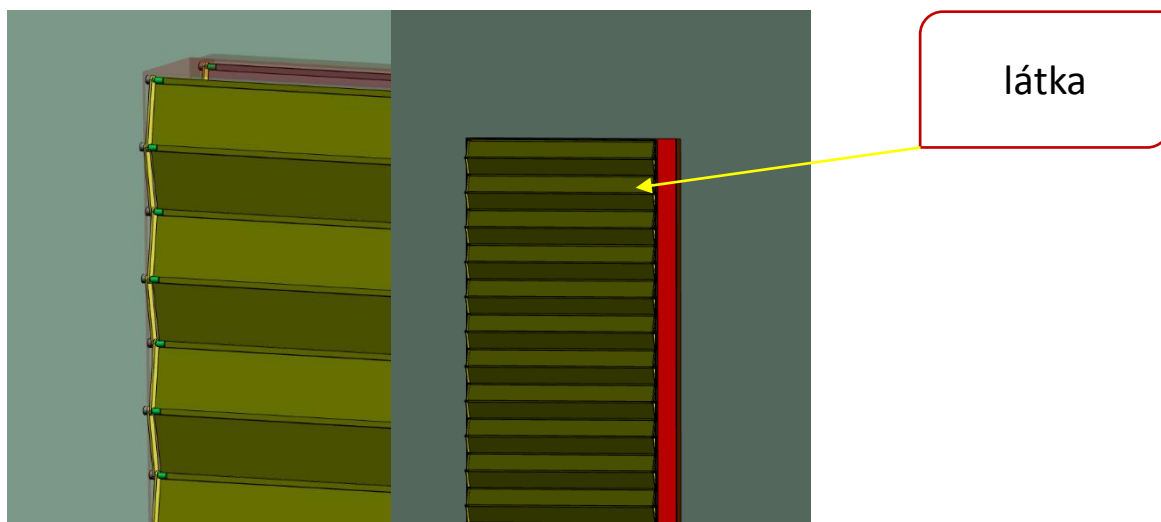
- Poměrně malá hloubka vrat.
- Vodorovné švy na protipožární látce činí ochranná vrata pevnější a odolnější vůči tlaku.

Nevýhody:

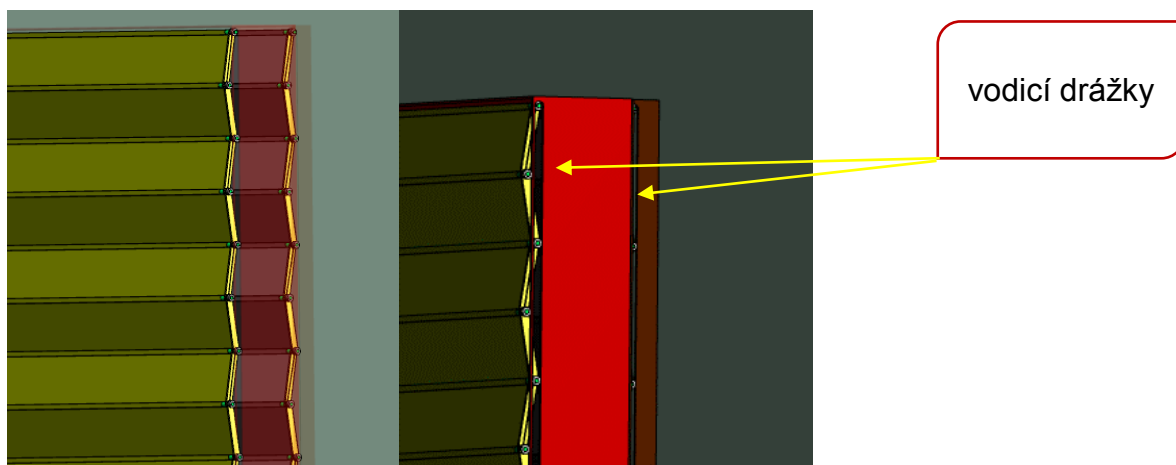
- Složitější konstrukce než ve variantě číslo 1.



Obrázek 53: Konstrukce 1.3, detail lišt a švů



Obrázek 54: Konstrukce 1.3, provedení s krycí látkou



Obrázek 55: Konstrukce 1.3

2.5.1.4 Konstrukce 1.4:

Konstrukce vrat se skládá z protipožární látky, která obsahuje vodorovné upevňující trubky pro zvýšení pevnosti konstrukce. Okraje látky jsou fixovány v lištách, které jsou spuštěny a zvednuty ve vodících drážkách vrat. Otvírání a zavírání brány se provádí pomocí tažného lana připevněného k váleci. Když se válec otáčí elektrickým motorem, tažná lana se navíjí na válec a zvednou nebo spustí vrata.

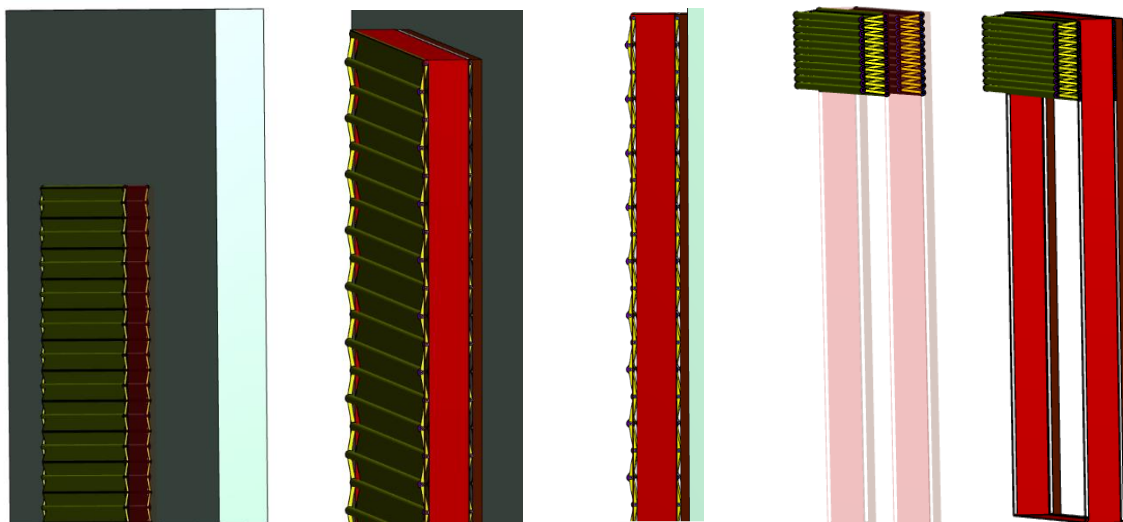
Princip funkce: Otáčející se válec navíjí lana, čímž způsobí otevření nebo zavření vrat složením lišt a protipožární látky. Vrata se zavírají vlastní vahou.

Výhody:

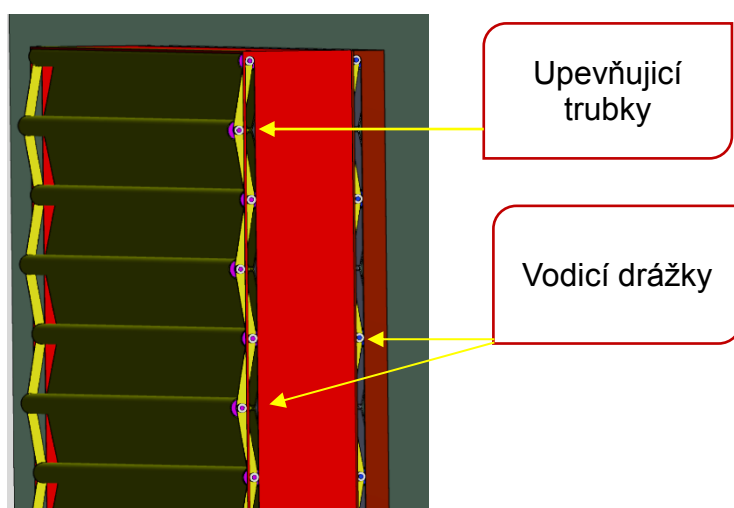
- Poměrně malá hloubka vrat.
- Vodorovné trubky zajišťují dostatečnou pevnost konstrukce a odolnost proti tlaku.
- Není nutný válec pro navíjení textilie.

Nevýhody:

- Složitější konstrukce.
- Větší rozměry než varianta rolety.
- Nutnost kapes pro trubky.



Obrázek 56: Mechanismus zvedání a otevírání vrat s látkou



Obrázek 57: Konstrukce 1.4

2.5.2 Navíjení nebo skládání s nuceným spuštěním

2.5.2.1 Konstrukce 2.1:

Konstrukce vrat se skládá ze 2 protipožárních vrstev, navíjecího mechanismu, který má 4 ozubené válce, elektrického pohonu, ochranných krytů a vodících drážek, ve kterých se ochranná tkanina pohybuje (zvedá a spouští). Vodicí tyče v dolní části jsou od sebe vzdáleny 100 mm. V horní části jsou vodící tyče vedle sebe.

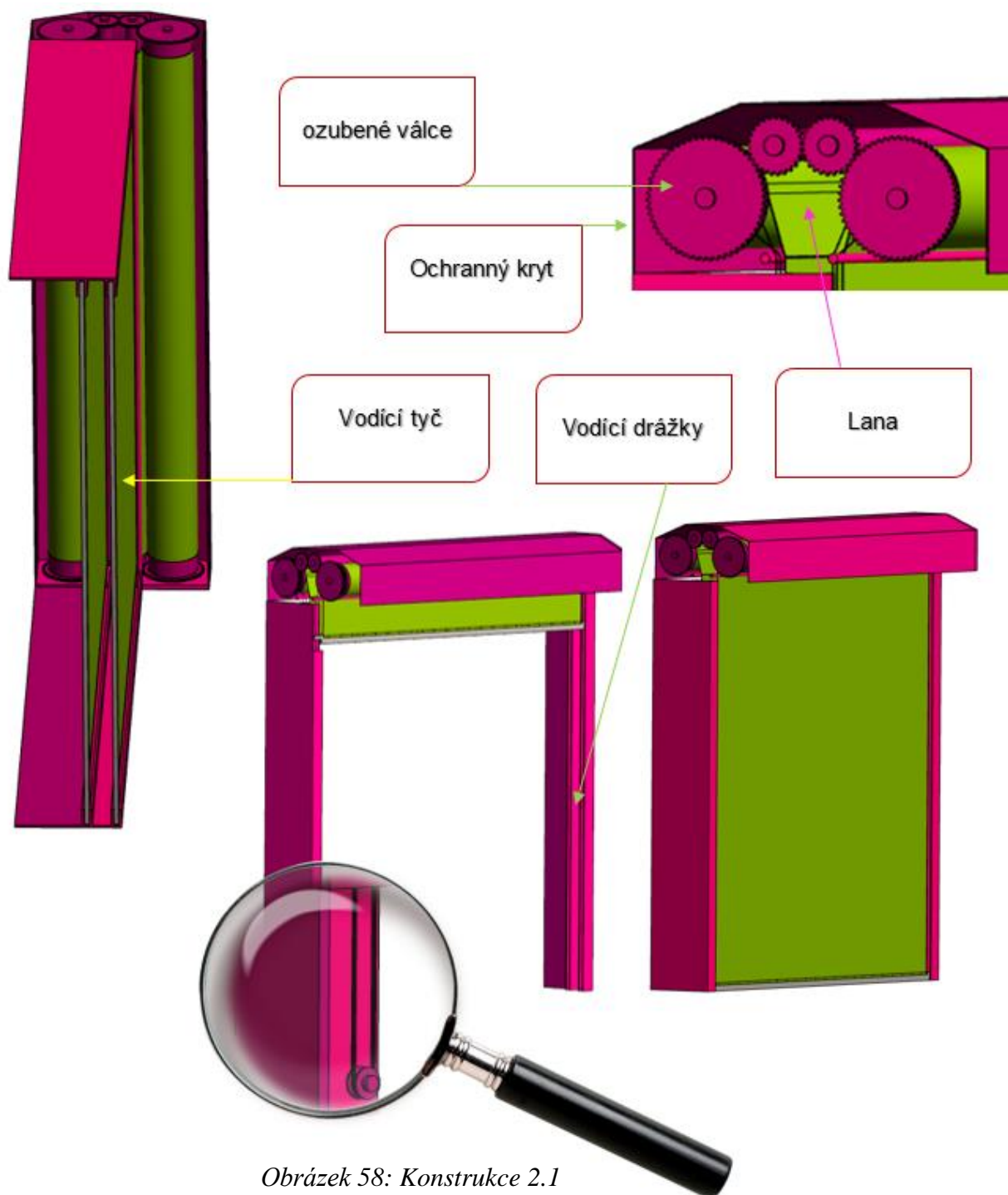
Princip funkce: Elektromotor otáčí navíjecím válcem, čímž navíjí ochrannou látku a vrata se otevírají. Při odvíjení dochází k zavírání vrat. Obě látky se pohybují ve své vodící drážce. Ochranná látka je stahována gravitačně v důsledku hmotnosti vodící tyče upevněné na jejím spodním konci.

Výhody:

- Navíjení s nuceným spouštěním.

Nevýhody:

- Složitější mechanismus navíjení.



Obrázek 58: Konstrukce 2.1

2.5.2.2 Konstrukce 2.2

Konstrukce vrat se skládá ze dvou protipožárních vrstev skládacích tažením lan; dolní vodicí tyče; kovových kroužků, které chrání tkaninu před oděrem; lana, které zpevňuje látku a mechanismu navíjení.

Při zapnutí elektromotoru se navíjecí bubny navíjejí na lana, která jsou připevněna k vodicí tyči. Tyč se pohybuje nahoru a dolů ve vodicích drážkách. Podle okrajů vrat napneme dvě lana, která se prostrčí skrz otvory ve vodicí tyči a otvory v protipožární látce. Otvory jsou chráněny kovovými kroužky, aby se zabránilo poškození látky posouváním lana přes otvor.

Napínané kabely provádějí dvě funkce:

- Jsou vodicími drážkami pro skládání látky.
- Zajišťují dodatečnou tuhost v případě poklesu tlaku, protože tkanina je upevněna na okrajích vrat lany.

Výhody:

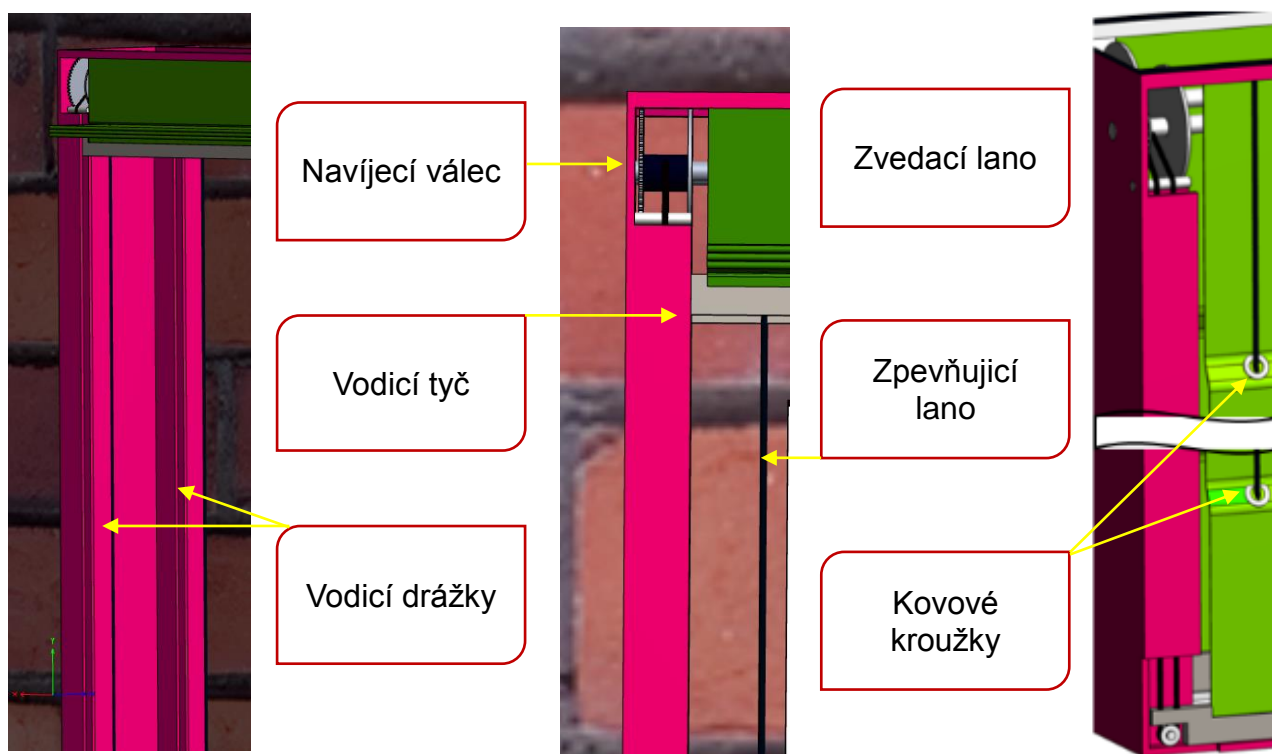
- Snadný mechanismus navíjení.
- Malá hmotnost látky, což znamená, že stačí méně výkonnější pohon.

Nevýhody:

- Malá pevnost konstrukce.



Obrázek 59: Mechanismus v zavřeném a otevřeném stavu



Obrázek 60: Konstrukce 2.2

2.5.2.3 Konstrukce 2.3

Konstrukce vrat se skládá z výztuže vrat upevněné ke zdi po obvodu, dále pak ze skládacích prvků, na kterých jsou upevněny trubky, se zařezanou protipožární látkou. Protipožární látka je upevněna na vnitřní a vnější části skládacích prvků. Skládací konstrukce je zvednuta a spuštěna pomocí dvou tažných lan, která jsou upevněna na rotujícím válci.

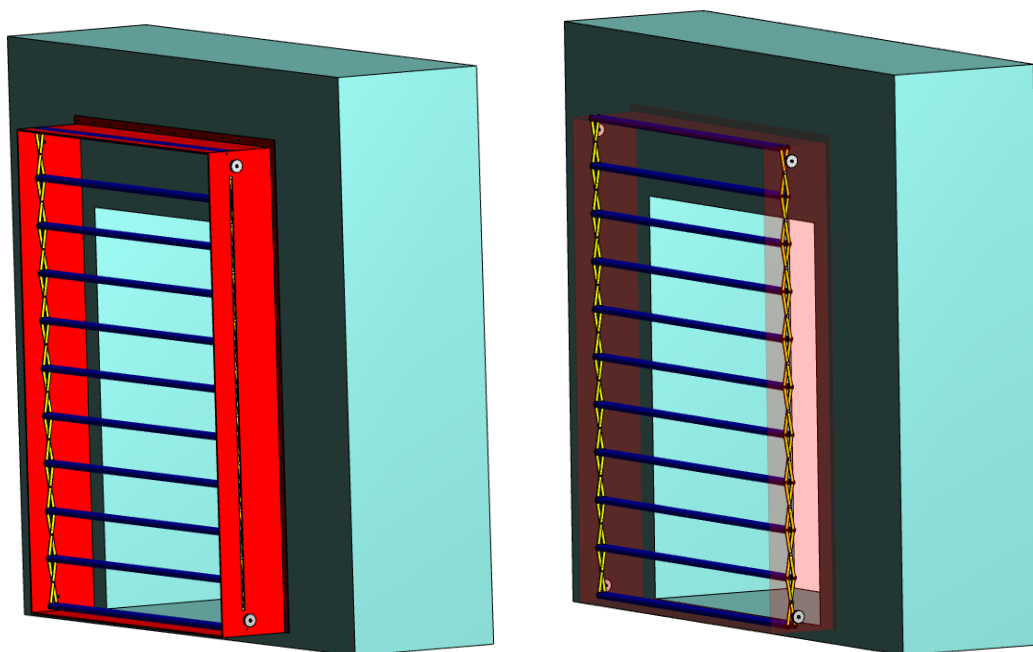
Princip funkce: Elektrický motor otáčí válcem. Na válec se navíjí tažná lana, která zvedají skládací prvky vrat. Protipožární látka je upevněna na trubky ve formě rámců. Rámů je celkem 23 a jsou rovnoměrně rozmístěny. Mezi sebou jsou spojeny nůžkovým mechanismem, který umožňuje rovnoměrné rozložení zátěže.

Výhody:

- Protipožární látka je připevněna k vodorovným trubkám, což zajišťuje velmi vysokou tuhost konstrukce a odolnost proti poklesu tlaku.
- Toto řešení nabízí možnost autonomního zavírání.
- Kontrolované skládání textilie.

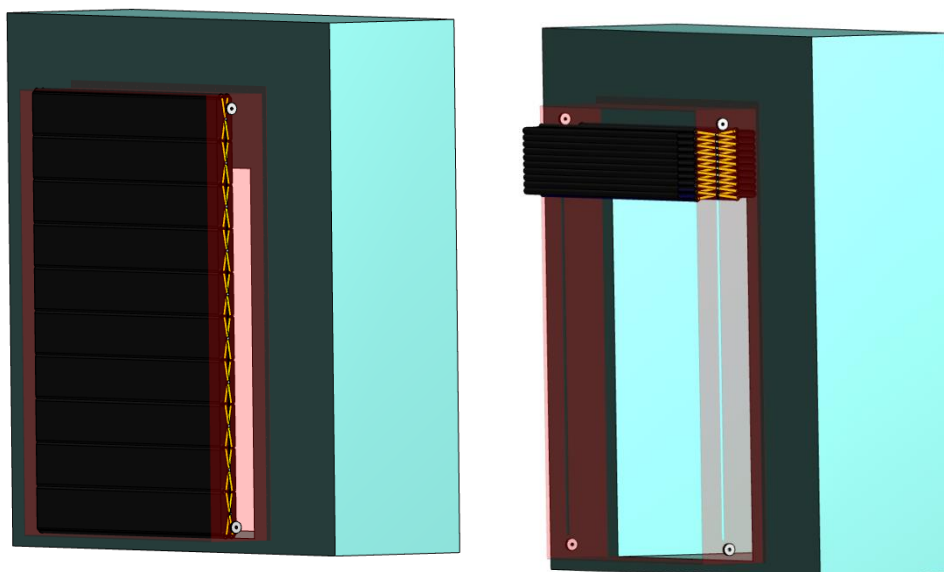
Nevýhody:

- Vyšší hloubka při otevření (do 0,5 m).
- Vyšší hmotnost než v konstrukčních variantách číslo 1 a číslo 2.
- Složitější konstrukce než ve variantách číslo 1 a číslo 2.
- Nákladnější na výrobu a instalaci.
- Nutnost kapes pro vodící tyče.

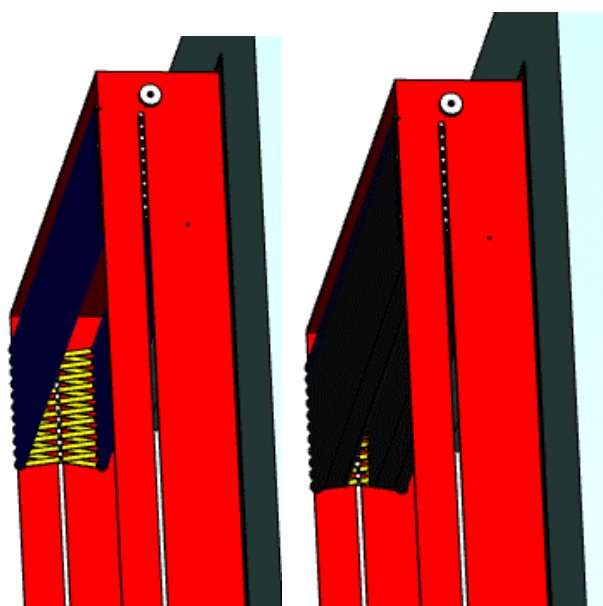


Obrázek 61: Nůžkový mechanismus v zavřeném stavu bez látky

Obrázek 62: Nůžkový mechanismus zvedání a otevírání vrat s látkou



Obrázek 63: Nůžkový mechanismus v otevřeném stavu s látkou a bez látky



2.6 Výběr konceptu

Metoda výběru konceptu byla vytvořena tak, aby plnila požadavky budoucího zakrytování. Podle požadovaných kritérií řazených dle jejich významnosti, jsou jednotlivé návrhy vyhodnocovány. Tzv. znaménkový test, který popisuje u každé vlastnosti její důležitost podle počtu dosažených znamének, byl použit pro výběr nejvhodnějšího řešení. Kladnými znaménky je konstrukce hodnocena, pokud danou vlastnost splňuje, zápornými pak, pokud ji nesplňuje. Koncept vhodný k dalšímu zpracování popisuje následující tabulka.

Vlastnosti budoucí konstrukce související s konstrukčními a technologickými parametry budou řešeny podrobněji a budou předmětem výběru optimálního konstrukčního návrhu.

Pro hodnocení krycí vrstvy byla vybrána následující kritéria:

Jednoduchost provedení: Míra složitosti výroby závisí na volbě materiálu, může to být například látka, sešitá látka či látka vyztužená trubkami.

Izolační/zakrývací vrstva: Důležitou vlastností materiálu je, že nepropouští teplotu, proto by látka měla mít co nejméně otvorů nebo švů.

Tuhost konstrukce: Řešení problému s přetlakem, podtlakem a prouděním. Tuhost konstrukce záleží pouze na výztuze vrstvy, jelikož protipožární látka splňuje pouze funkci tepelně izolační.

Cena: Cena závisí na složitosti vrat a přesnosti součástí (dílů). Čím je větší konstrukce, tím výkonnější musí být mechanismus, což zvyšuje cenu vrat.

Pevnost konstrukce: Parametr definuje, jakému tlaku a jaké teplotě mohou vrata odolávat.

Tabulka 9: Vlastnosti krycí vrstvy

VLASTNOSTI	MOŽNOST HODNOCENÍ	Roleta	Lamela	Symetrické lamely	Skládací látka
Snadnost provedení (stupeň konfekce apod.)	++/--	++	+	-	++
Tepelně izolační schopnost vrstvy z hlediska pevnosti uchycení ve vedení	++++/----	-	++++	++++	--
Tuhost konstrukce	+++/-	---	+++	+++	---
Cena	+++/-	+++	+	-	++
Pevnost konstrukce	+++/-	++	++	-	+++
SOUČET +	15 +	3 +	11 +	4 +	2+

Pro test uzavíracího mechanismu byla vybrána následující kritéria:

Velikost zástavby navíjecího mechanismu: Mechanismus navíjení je umístěn nad otvorem dveří a jeho rozměry nejsou limitující pro konstrukci. Při konstrukci je kladen důraz na minimalizaci řešení.

Složitost provedení navíjecího mechanismu: Mechanismus navíjení je pouze ve variantě číslo 1. Přístroj je jednoduchý, protipožární látka je navinuta na válec. Ve variantách číslo 2 a 3 jsou navinuta tažná lana a posuvná část brány se pohybuje (zvedá a spouští).

Snadnost navíjení (hmotnost konstrukce): Čím menší je hmotnost zvedací části vrat, tím menší je mechanismus. V případě nižší hmotnosti mechanismu lze využít motor s nižší spotřebou elektrické energie.

Rozměr po otevření: Při realizaci jednotlivých řešení je potřeba zajistit dostatečný prostor pro posuvnou část. Na prostor méně náročné řešení neobsahuje skládací prvky.

Cena: Cena závisí na složitosti vrat a přesnosti součástí (dílů). Čím je větší konstrukce, tím výkonnější musí být mechanismus, což zvyšuje cenu vrat.

Pevnost konstrukce: Parametr definuje, jakému tlaku a jaké teplotě mohou vrata odolávat.

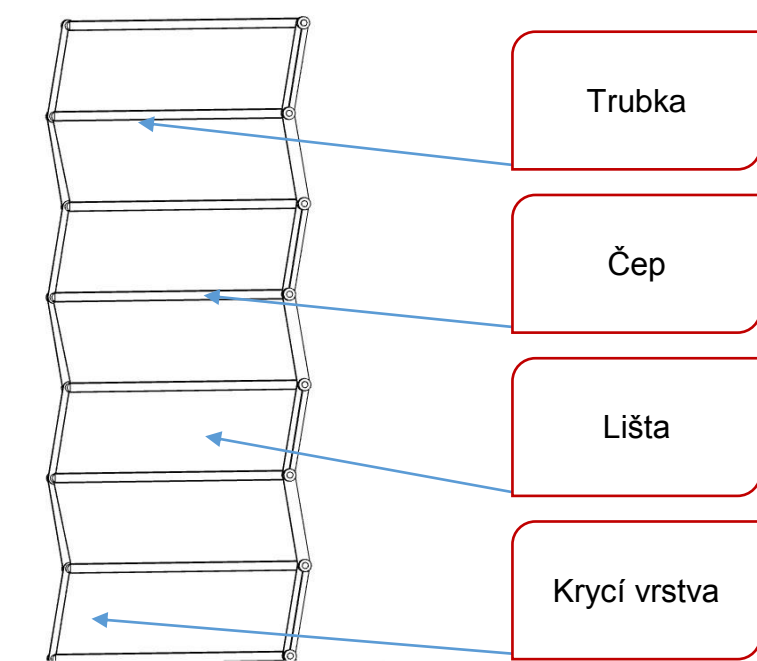
Rychloběžnost: Jedná se o rychlost zvedání a spouštění pohybující se části vrat.

Tabulka 10: Vlastnosti uzavíracího mechanismu

VLASTNOSTI	MOŽNOST-HODNOCENÍ	Gravitační spouštění			Nucený posuv		
		Konstr. 1.1	Konstr. 1.2	Konstr. 1.3 a 1.4	Konstr. 2.1	Konstr. 2.2	Konstr. 2.2
Velikost zástavby navíjecího mechanismu	+++ / ---	+	+	++	-	+++	+
Složitost provedení navíjecího mechanismu	++ / --	+	+	+	--	++	+
Snadnost navíjení (hmotnost konstrukce)	+++ / ---	++	+	+	++	++	--
Tepelně izolační schopnost konstrukce	++++ / ----	+++	+	++	++	+	+++
Rozměr po otevření	++ / --	++	++	+	++	+	--
Cena	+++ / ---	++	++	+	+	+++	--
Pevnost konstrukce	+++ / ---	+++	+++	+	-	++	+
Rychloběžnost	++ / --	++	++	+	+	++	+
SOUČET +	MAX 22 +	16 +	13 +	10 +	4 +	16 +	1 +

Konstrukce vrat jsme rozdělili na uzavírací mechanismus a vnější vrstvu, což nám umožnilo zvolit konstrukce podle požadovaných vlastností. Při porovnávání vlastností z tabulky jsme zjistili, že nejlepší volbou, která nevyžaduje mechanickou odolnost materiálu, je roleta nebo skládací látka. Jsou to nejsnadnější, a proto nejlevnější konstrukce. Nejlepší mechanické vlastnosti, jako je pevnost konstrukce, poskytuje lamelová konstrukce. Je to nejlepší varianta v poměru pevnosti vrstev materiálu a jednoduchosti výroby konstrukce.

2.6.1 Vítězný koncept



Obrázek 64: Schéma vítězného konceptu

Na základě kritérií uvedených v kap. 2.6 a pomocí znaménkového testu byl vybrán jako vítězný koncept 1.4.

2.6.2 Výpočet hmotnosti uzavíracího mechanismu:

Uzavírací mechanismus se skládá z prvků, které zajišťují vedení krycí vrstvy v drážkách, dále její řízené skládání v požadovaných místech a také zabraňují nežádoucí deformaci, zejména nekontrolovanému přiblížení obou vrstev, kdy dojde ke zmenšení vzduchové izolační mezery a ztrátě funkce. Vodicí prvky mají podobu lišt z pásové oceli (EN 10051) o šířce 170 mm a tloušťce 5 mm. Dále jsou použity trubky (ČSN 42 6711) o rozměru 25 mm v průměru, tloušťka stěny je 3 mm a čepy (EN 1254-1) mají průměr 20 mm. Tyto prvky budou zatěžovat zakrývací textilii a je proto nutné rozhodnout, zda předpokládané zatížení bude schopna přenést s dostatečnou bezpečností (viz obrázek A v příloze).

Při statickém výpočtu se bude vycházet z konceptu, ze kterého je patrný počet jednotlivých prvků. Lišty jsou v celkovém počtu 46 kusů, přičemž každý má hmotnost 0,151 kg. Dále je použito 23 trubek a každá z nich má hmotnost 1,628 kg. Je zřejmé, že nejvíce bude textilie zatížena v nejvyšším bodě a směrem dolů s klesajícím počtem prvků bude klesat i její zatížení. Je nutné také započítat hmotnost samotné textilie, která má plošnou hmotnost 1258 g.m^{-2} . K tomu musíme přičíst velikost kapsle, ve které jsou umístěny trubice, násobenou počtem trubek, což je dalších 0,451 m látky. Hmotnosti trubek a textilie budou uvedeny na 1 běžný metr šíře, hmotnost lišt není na

šířce závislá a uvádí se pro obě strany. Pro výpočet bude uvažována výška vrat 2,5 m. Hmotnosti jednotlivých prvků jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11: Hmotnosti jednotlivých prvků

Prvek	Hmotnost 1 bm [kg/m]	Plošná hmot- nost [g.m ⁻²]	Hmotnost 1 prvku [kg]	Počet prvků [-]	Celková hmot- nost [kg]
Trubka (ČSN42 6711)	1,628	-	1,628	23	37,44
Lišta (EN 10051)	-	-	0,151	44	6,64
Čep(EN 1254-1)	-	-	0,012	46	0,55
Textilie	-	1250	1,25	3,451	4,31
					Σ 48,94

Aby se předešlo nehodám způsobeným skrytými vadami materiálu, zavádí se v praxi tzv. koeficient bezpečnosti, tedy dovolené napětí, které udává, kolikrát je nutné zesílit materiál. Na základě meze pevnosti tohoto materiálu se vypočítá jeho průřez. Když materiál zatížíme na mez pevnosti, přetrhne se. Pokud potřebujeme, aby materiál dlouhodobě přenášel síly, ale zároveň si udržoval svůj tvar, nesmí být zatížen nejen na mez pevnosti, ale ani na mez pružnosti. Proto byly empiricky určeny koeficienty, které mají pro různé materiály na delší dobu zajistit bezpečný provoz.

Pro konstrukci 1.4 proto vypočítáme bezpečnostní koeficient, abychom si mohli být jistí, že tkanina unese váhu všech uvedených součástí konstrukce.

Výpočet bezpečnostního koeficientu vychází ze vztahu (8):

$$k = \frac{\sigma_m}{\sigma_d}, \quad (8)$$

kde σ_m [Mpa] je maximální napětí a σ_d [MPa] je návrhová hodnota napětí. Zde se bude vycházet z hmotností konstrukce a maximální únosnosti textilie stanovené měřením (9 a 10) a to proto, že výpočet napětí textilie je znesnadněn komplikovaným výpočtem průřezu.

$$k = \frac{F_{max}}{F_{mez}}, \quad (9)$$

$$k = \frac{83.134}{0.4894} = 170, \quad (10)$$

kde F_{max} [kN.m⁻¹] je maximální síla a F_{mez} [kN.m⁻¹] je návrhová hmotnost síly.

Tento výsledek znamená, že textilie zatížená všemi konstrukčními prvky vrat přenese téměř 170násobek statického zatížení.

Zatížení vrat bude však ve skutečnosti dynamické a bude nastávat zejména při zdvihání vrat, kdy se předpokládá vysoká rychlost pohybu a tím i nutná vysoká akcelerace z důvodu zajištění rychlého otevření při průjezdu manipulační techniky, zejména vysokozdvizných vozíků. Při spouštění se vrata pohybují nižší rychlostí. Samovolné odvíjení gravitací není možno z důvodu samosvornosti navrhovaného šnekového převodu.

Předpokládá se, že pro dostatečně rychlé otevření vrat je nutné poměrně velké zrychlení. Vrata by měla zrychlit na maximální rychlost v co nejkratším čase. Pro výpočet se bude předpokládat čas 0,3 s nutný ke zrychlení na nejvyšší rychlost 3 m.s^{-1} .

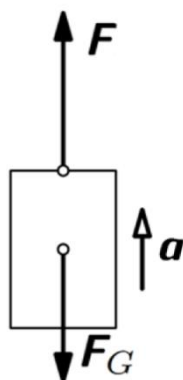
Zrychlení se určí ze vztahu (11)

$$\vec{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v-v_0}{t-t_0}, \quad (11)$$

Kde Δv je přírůstek rychlostí a Δt je přírůstek času; t_0 a v_0 je rovno 0, tedy vrata nejsou na počátku v pohybu. Zrychlení je pak

$$\vec{a} = \frac{3}{0,3} = 10 \text{ m.s}^{-1}, \quad (12)$$

Nyní se určí síla, která namáhá vrata při zrychlení na nejvyšší možnou rychlost. Při výpočtu se vyjde z pohybového zákona pro svislé souřadnice.



Obrázek 65: Znárodnění síly, která namáhá vrata

$$F_{tah} = ma + mg, \quad (13)$$

Kde m je hmotnost vrat, g je gravitační zrychlení a a je maximální zrychlení vrat. Maximální síla působící při uvažovaném zrychlení je tedy

$$F_{tah} = 48,94 \cdot 10 + 48,94 \cdot 9,81 = 969,5 \text{ N}, \quad (14)$$

Maximální nosnost sešité textilie na 1 m šíře je 83134 N a lze tedy opět určit koeficient bezpečnosti.

$$k = \frac{F_{mez}}{F_{tah}}, \quad (15)$$

$$k = \frac{83134}{969,5} = 85,75, \quad (16)$$

Lze tedy předpokládat, že vrata v tomto provedení mohou být konstruována jako rychloběžná.

2.6.3 Odhad ceny

Celková cena konstrukce se skládá z částí tvořených žározinkovou ocelí, textilií, příslušenstvím a cenou výroby. Pro výpočet ceny stavby je nutné nejprve určit hmotnost všech částí z žározinkové oceli. Tento materiál jsme zvolili kvůli jeho tepelné odolnosti. Proti korozi bude celá konstrukce zajištěna žárovým zinkováním. Části žározinkové oceli, které jsme pro tyto brány navrhli: trubky (ČSN 42 6711), lišty (EN 10051) a čepy (EN 1254-1). V tabulce vypočítáme zvlášť cenu za žározinkovou ocel a cenu výroby, ve které bude zahrnuta i cena na zhotovení těchto dílů. V příslušných položkách jsme zahrnuli ceny válců, pohonu a všech nezbytných doplňkových součástí. V ceně výroby je uvedena přibližná cena za veškerou práci, od výroby lišt po montáž vrat. Dále jsme spočítali cenu látky PROMAFLEX. Cena jednoho běžného metru tkaniny Promaflex o tloušťce 1,47 mm a šířce 0,915 mm činí 3 573 Kč / bm. Pro výpočet bude uvažována výška vrat 2,5 m, proto bylo zapotřebí minimálně 3,451 m látky, přičemž cena bude dvojnásobná, jelikož máme 2 krycí vrstvy. 3,451 m látky zahrnuje 2,5 m výšky vrat, 0,451 m dodatečné látky na kapsy pro vložení trubek a 0,5 m navíc pro upěvnění látky na navíjecí válec. Ceny, ze kterých se skládá celková cena konstrukce, jsou uvedeny v tabulce 12. Žárové zinkování zajistí konstrukci proti korozi.

Tabulka 12: Výpočet celkové ceny konstrukce

Prvek	Cena prvku	Hmotnost [kg]	Délka [bm]	Celková cena [Kč]
Žározinková ocel	36 [Kč/kg]	90		3 240
Textilie	3573 [Kč/bm]		6,9	24 654
Příslušenství	10 000 [Kč]			10 000
Cena výroby	20 000 [Kč]			20 000
				Σ 57,893

Cena za takový návrh bude záviset na šířce a výšce brány. Tabulka přibližných cen vrat, v závislosti na rozměrech, je uvedena v tabulce 13.

Tabulka 13: Tabulka přibližných cen vrat v závislosti na rozměrech vrat

Šířka[m] Výška[m]	0,915	1,820	2,725	3,630
2	54327,85Kč	78655,69Kč	102983,5Kč	127311,4Kč
2,5	57900,85Kč	85801,69Kč	113702,5Kč	141603,4Kč
3	61473,85Kč	92947,69Kč	124421,5Kč	155895,4Kč

Z tabulky je patrné, že cena brány se pohybuje v rozmezí od 55 000 Kč do 156 000 Kč, v závislosti na rozměrech vrat. Jedná se o průměrnou cenu v tomto segmentu s výrazně lepšími mechanickými a tepelnými charakteristikami těchto vrat. Požární vrata nejsou produktem, u kterého by bylo vhodné na kvalitě materiálů šetřit. V případě požáru to může vést k velkým finančním ztrátám i bezpečnostním rizikům.

Diskuse

Při výrobě protipožárních vrat je možné použít nejrůznější typy materiálů s předepsanými nebo požadovanými protipožárními vlastnostmi. Pro návrh konstrukce v této práci byly použity tyto materiály: látka PROMAFLEX, vata ALSIFLEX a fólie z nerezové oceli HOLEX. Ve všech vzorcích byla přítomna látka PROMAFLEX. V prvním vzorku spolu s vatou ALSIFLEX, ve druhém vzorku byla použita pouze látka PROMAFLEX a ve třetím vzorku byla připojena fólie HOLEX na vnější stranu vnitřní vrstvy vzorku, avšak bez izolační vaty. Podle výsledků zkoušek jsme zjistili, že jenom dvě vrstvy materiálu jsou schopny zvládnout svůj účel a nezatěžovat konstrukce. Dodatečné materiály jistě přispívají k lepší tepelné izolaci a také zvyšují hmotnost konstrukce, což svědčí jejich použití. Při výrobě vzorků byly vždy použity dvě vrstvy tkaniny, protože při zahřátí jedné vrstvy bude mít látka na vnější a vnitřní straně stejnou nebo téměř stejnou teplotu. Pokud chceme zajistit bezpečnost při požáru, musíme použít nejméně dvě vrstvy materiálu. V našem případě je mezi dvěma vrstvami látky ještě vzduchová mezera jako další izolant. Po zkoušení vzorku na tepelnou odolnost jsme začali testovat materiály na mechanickou odolnost. Byly provedeny zkoušky pevnosti v tahu (včetně látky spojené šitím), zkoušky cyklickým ohybem a zkoušky odolnosti při navíjení. Na základě zkoušek byla vybrána látka PROMAFLEX ve směru osnovy pro následující návrh konstrukce vrat.

Konstrukce vrat byla rozdělena na mechanismus navíjení a krycí vrstvu materiálu, aby bylo možné odděleně zvolit potřebné vlastnosti nutné pro vrata v závislosti na požadavcích a požadované místnosti. Například venkovní protipožární vrata vyžadují větší pevnost vrstvy než vnitřní vrata. Proto jsou v této práci shromážděny potřebné informace o vratech v závislosti na požadovaných vlastnostech. Dále byla vybrána vítězná konstrukce, která má na jedné straně velkou pevnost a na druhé straně se zbytečně se nezatěžovala ocelovými prvky. Pro výrobu konstrukce byl zpracován výkres sestavy, který zobrazuje všechny ocelové díly a jejich rozměr. Pro výpočet celkové hmotnosti byla vypočtena hmotnost součástí, které jsou uvedeny v tabulce 11. Taký byl spočítán bezpečnostní koeficient, který ukazuje, kolikrát je třeba zvětšit hmotnost krycí vrstvy, dokud se látka neroztrhne. V našem případě to odpovídá 170, což znamená, že tkanina vykazuje nejen velmi vysokou pevnost, ale také životnost, neboť za běžných podmínek bude zatěžována do max. 10 procent nejvyšší zatížitelnosti. Nakonec byla vypočítána cena vrstvy na metr a cena vrat v závislosti na velikosti.

Z ekonomického hlediska mají vrata v tomto segmentu průměrnou cenu, ale lepší protipožární a mechanické vlastnosti. Požární vrata nejsou produktem, na kterém by bylo vhodné na kvalitě materiálů šetřit. Jednak je to z důvodu zajištění bezpečnosti osob, zvířat a majetku a jednak kvůli kvalitě použitých materiálů. Při jejich volbě musíme být velmi obezřetní.

Závěr

V případě vzniku požáru je potřeba, aby se jeho šíření zamezilo bezpečným oddělením požárních úseků, tedy uzavřením požárních uzávěrů. Důležité je také umožnit případný zásah požárních jednotek a hlavně rychlou evakuaci, což znamená, že uzávěry na únikových cestách by měly mít co nejjednodušší mechanismus k ručnímu či automatickému otevření. V rešeržní části jsou popsány existující protipožární uzávěry, jejich značení podle požární odolnosti, principy sdílení tepla atd.

V první praktické části jsou navrženy materiály, které lze použít pro konstrukce vrat. Tyto materiály jsme zkoušeli na tepelnou a mechanickou odolnost. Materiály byly vystavovány různým druhům namáhání, jak tepelným, tak i mechanickým. Šlo o namáhání jako je tah, cyklický ohyb a odolnost při navíjení. V praxi většinou bývají materiály namáhány kombinací těchto druhů namáhání. Pro použití vhodného materiálu ve výrobě jsme normalizovanými zkouškami zjistili jejich vlastnosti. Z těchto zkoušek vyplynulo, že pro zajištění bezpečnosti konstrukce je nutné použít dvě vrstvy materiálu, a proto byly navrženy dvouvrstvé konstrukce.

Druhá praktická část se zabývá návrhem konstrukce protipožárních vrat, jejich popisem a porovnáním. Materiály pro konstrukci jsme zvolili v první praktické části. Poté, co jsme navrhli varianty konstrukcí, vypočítali jsme hmotnost konstrukce a porovnali ji s hmotností, kterou přenebí námi zvolená látka. Dále byla spočítána hmotnost konstrukce pro zjištění koeficientu bezpečnosti a cena za výrobu vrat v závislosti na rozměrech.

Použitá literatura

- [1] HYBŠMAN, František. *Organizace požární ochrany.* , 17.
- [2] JURÁKOVÁ, Táňa. *Požární bezpečnost staveb.* , 115.
- [3] WALD, F. a kol. *Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. 336 s. ISBN 80-01-03157-8.
- [4] ODEHNALOVÁ, Daniela. *Nauka o materiálu.* , 21.
- [5] ALFA. *Teorie přenosu tepla.* , 9.
- [6] ŠESTÁK, J., RIEGER, F. *Přenos hybnosti, tepla a hmoty.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. 299 s. ISBN 80-01-02933-6.
- [7] VOLF, Ivo, Miroslava JAREŠOVÁ a Miroslav OUHRABKA. *Přenos tepla.* , 40.
- [8] PALA CB V.O.S. *Spirálová vrata a rychlá sekční vrata.* , 10.
- [9] PROMAT. *Mikroporézní technologie.* Praha: Promat s.r.o. 2015.
- [10] PROMAT. *Vysokoteplotní konstrukční a izolační materiály.* Praha: Promat s.r.o. 2015.

NORMY

- [11] ČSN EN 1634-1 *Zkoušení požární odolnosti a kouřotěsnosti sestav dveří, vrat, uzávěrů, otevíravých oken a prvků stavebního kování – Část 1: Zkoušky požární odolnosti sestav dveří, vrat, uzávěrů a otevíravých oken.* ÚNMZ, Praha, 2014.
- [12] ČSN EN 1363-1 *Zkoušení požární odolnosti – Část 1: Základní požadavky,* ÚNMZ, Praha, 2000.
- [13] ČSN 73 0802 *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty.* ÚNMZ. Praha, 2000.
- [14] ČSN EN ISO 13934-1 *Textilie - Tahové vlastnosti plošných textilií - Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip.* ÚNMZ. Praha, 2000.

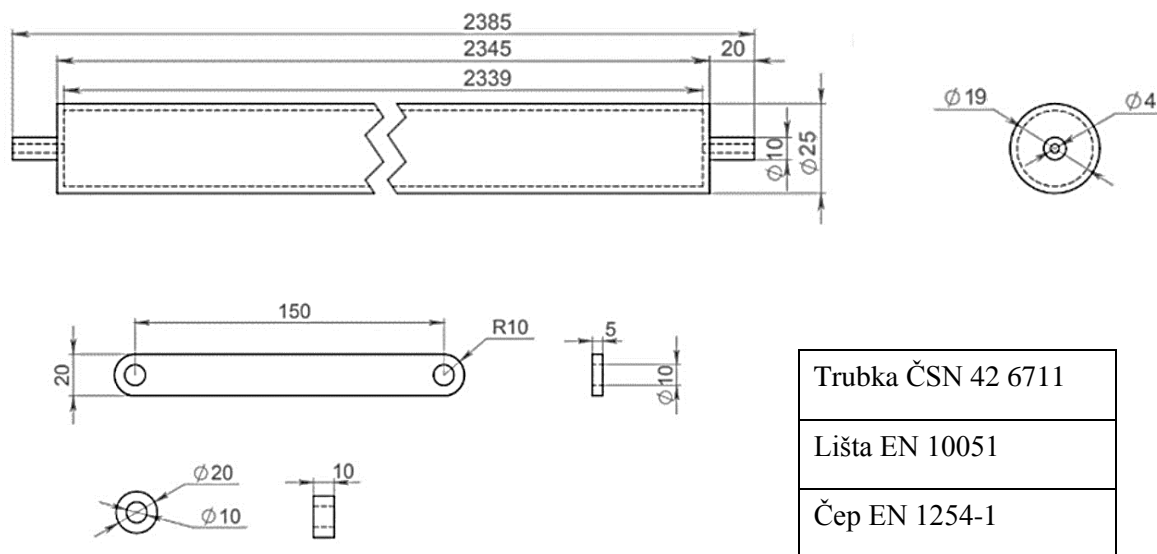
www stránky

- [15] JAK DĚLÍME POŽÁRNÍ UZÁVĚRY. *Hasičský servis* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.hasicyservis.cz/protipozarni-dvere/vseobecne-informace.htm>

- [16] HEJTMÁNEK Petr, Hana NAJMANOVÁ, Marek POKORNÝ. Požární odolnost stavebních konstrukcí. *TZB-info* [online]. Praha: Fakulta stavební ČVUT, 2016 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/13655-pozarni-odolnost-stavebnich-konstrukci>
- [17] TŘÍDY PROTIPOŽÁRNÍ ODOLNOSTI, POŽÁRNÍ DVEŘE. *Hapines* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.hapinesas.cz/tridy-protipozarni-odolnosti>
- [18] HARAŽÍM, Miroslav. DVEŘE, KTERÉ NEMAJÍ HOŘET, NEBO JEN VELMI POMALU. *Abeceda bydlení* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.abecedabydleni.cz/clanek/dvere--ktere-nemaji-horet--nebo-jen-velmi-pomal/>
- [19] BOHÁČ, David a Jiří VALENTA. *Roletové požární uzávěry otvorů* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.seidl.cz/cz/technicky-zpravodaj/technicky-zpravodaj-32/roletove-pozarni-uzavery-otvoru-37.html>
- [20] PROTIPOŽÁRNÍ POSUVNÁ VRATA. *Jap jacina* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.jap-jacina.cz/cs/protipozarni-posuvna-vrata-c1055>
- [21] PROTIPOŽÁRNÍ POSUVNÁ VRATA. *Spedos* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.spedos.cz/protipozarni-posuvna-vrata/produkt>
- [22] PROTIPOŽÁRNÍ SEKČNÍ VRATA. *Jap jacina* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.jap-jacina.cz/cs/protipozarni-sekcni-vrata-c1058>
- [23] GARÁŽOVÁ VRATA SEKČNÍ /PRŮMYSLOVÁ/. *Bohemio* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.bohemio.cz/garazova-vrata/garazova-vrata-sekcni-prumyslova/>
- [24] PROTIPOŽÁRNÍ SEKČNÍ VRATA. *Spedos* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.spedos.cz/protipozarni-sekcni-vrata/produkt>
- [25] PROTIPOŽÁRNÍ VRATA VÝSUVNÁ. *Spedos* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.spedos.cz/protipozarni-vrata-vysuvna/produkt>
- [26] PROTIPOŽÁRNÍ VÝSUVNÁ VRATA. *Jap jacina* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.jap-jacina.cz/cs/protipozarni-vysuvna-vrata-c1056>

- [27] PROTIPOŽÁRNÍ VRATA OTEVÍRAVÁ OCELOVÁ. *Spedos* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.spedos.cz/protipozarni-vrata-otevirava/produkt>
- [28] RYCHLOBĚŽNÁ VRATA. *Jap jacina* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.jap-jacina.cz/cs/rychlobezna-vrata-c1064>
- [29] ROLOVACÍ PRŮMYSLOVÁ VRATA. *Potencial* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.potencial.cz/garazova-vrata/rolovaci-prumyslova-vrata/>
- [30] BOHUSLAV, Petr. *Požární uzávěry v praxi* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.seidl.cz/cz/technicky-zpravodaj/technicky-zpravodaj-46/pozarni-uzavery-v-praxi-i-cast-736.html>
- [31] *Křemelina* [online]. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/>
- [32] *Vermikulit* [online]. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.grena.cz/pouziti-4.html>
- [33] *Perlit* [online]. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/2238-perlit-je-darem-prirody>

Příloha



Obrázek A: Výkres sestavy ocelových dílů konstrukce I.4

Tabulka A: Přehled tepelně izolačních materiálů

Tabulka 1: Přehled tepelně izolačních materiálů					
Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Tepelná vodivost [W/m.K]			Rozmezí aplikačních teplot [°C]
		400 °C	800 °C	1200 °C	
tepelně izolační cihly (křemelina, vermikulit, perlit)	350 - 700	0,12 - 0,23	0,19 - 0,30	–	750 - 1000
lehčené žárovzdorné cihly	500 - 1400	0,13 - 1,30	0,17 - 1,20	0,23 - 1,10	1000 - 1800
lehčené žárobetony	400 - 1400	0,13 - 0,90	0,17 - 0,95	0,45 - 1,00	900 - 1400
materiály z keramických vláken	64 - 1500 120 - 460	0,08 - 0,45	0,15 - 0,45	0,29 - 0,72	600 - 1800
kalciumpilátové materiály	200 - 300	0,10	0,17	–	1000
mikroporézní materiály	150 - 350	0,03	0,06	–	900
minerální pěny	200 - 800	0,12 - 0,30	–	–	650
materiály z minerálních vláken	100 - 400	0,06 - 0,10	0,20 - 0,25	–	500 - 700

Tabulka B: Technické údaje, PROMAGLAF

Technické údaje			
Název výrobku		PROMAGLAF®-HTI 1100	PROMAGLAF®-HTI 1250
Vakuově tvarové dílce/desky			
Klasifikační teplota [°C]		1100	1250
Objemová hmotnost [kg/m³]		200 - 300	310
Smrštění při KT/24 h [%]		<4	<2,5
Tepelná vodivost [W/m.K] při	400 °C	0,06	0,08
	600 °C	0,09	0,12
	800 °C	0,14	0,17
	1000 °C	–	0,23

Tabulka C: Technické údaje, PROMAFLEX

Technické údaje			
Název výrobku	PROMAFLEX® tepelně odolná tkanina		
	PROMAFLEX®-1000		PROMAFLEX®-1400
Barva	zlatá		zelená/stříbrná
Klasifikační teplota [°C]	1000		1400
Aplikační teplota [°C]	1000		1260
Tepelná vodivost [W/m.K] při	200 °C	0,07	0,07
	600 °C	0,14	0,14
	1000 °C	0,24	0,24
Chemické složení [%]	SiO ₂	97,80	94 - 96
	Al ₂ O ₃ +TiO ₂	0,84	cca 1
	oxidy alkalických zemin	1,30	cca 1
	alkálie	1,30	cca 1
	Cr ₂ O ₃	–	1-3

Tabulka D: Technické údaje, ALSIFLEX

Technické údaje				
Název výrobku	ALSIFLEX® rohože z keramických vláken			
	-1260	-1400	-1430	-1600
Barva	bílá	bílá	bílá	bílá
Klasifikační teplota [°C]	1260	1400	1430	1600
Objemová hmotnost [kg/m³]	65/100/130/160	65/100/130/160	65/100/130/160	100/130
Teplota tání [°C]	1780	>1800	1740	>2000
Tepelná kapacita [kJ/kg.K]	1,13	1,13	1,03	1,16
Smrštění po 24 h [%]	3,5	2,0	1,8	1,0
při zkušební teplotě [°C]	1260	1300	1300	1600
Tepelná vodivost [W/m.K]	(při OH = 130 kg/m³)			
při 400 °C	0,09	0,09	0,09	0,08
600 °C	0,14	0,14	0,14	0,12
800 °C	0,20	0,20	0,20	0,17
1000 °C	0,27	0,27	0,27	0,24
1200 °C	0,34	0,34	0,34	0,33
1400 °C	–	–	–	0,48
Chemické složení [%] Al ₂ O ₃	45-49	52	33-36	72
SiO ₂	51-55	48	44-48	28
ZrO ₂	–	–	16-19	–